COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MAI 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie qu'il vient de recevoir l'avis officiel de la mort de M. *Antoine-Marie-Rémy Chazallon*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Géographie et Navigation, décédé, à l'âge de soixante-dix ans, à Désaignes (Ardèche), le 23 décembre 1872.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Note sur le mouvement du pendule conique, en ayant égard à la résistance de l'air;* par M. H. **Resal.**

« 1. Dans une de mes dernières leçons à l'École Polytechnique, M. Rozé, conservateur des collections, a fait quelques expériences sur le pendule conique, qui avaient principalement pour objet de faire constater, par les élèves, le déplacement angulaire progressif de l'ellipse décrite, en projection horizontale, par le centre de la sphère pesante terminant le pendule.

» A cet effet, M. Rozé avait placé sur la table du professeur, dont l'extrémité du pendule à l'état de repos était très-voisine, un papier enduit de noir de fumée. La sphère pesante portait, dans une direction diamétralement opposée à celle du fil, un tube dans lequel glissait à frottement doux une pointe qui a laissé des traces sur le papier.

» Il m'a semblé que la décroissance des arcs d'écart maxima était un peu plus rapide lorsque la masse du pendule recevait à l'origine une vitesse horizontale que lorsque l'on se plaçait dans les conditions de l'expérience de Foucault.

» J'ai cru devoir attribuer ce fait à la résistance de l'air, et c'est ce que justifie l'analyse suivante, dans laquelle j'ai supposé que cette résistance est proportionnelle au carré de la vitesse.

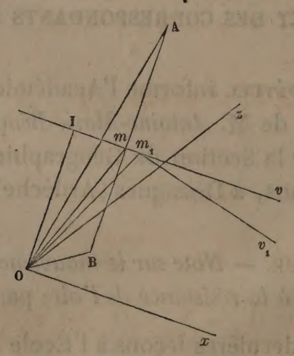
» J'ai négligé la vitesse de rotation de l'ellipse, qui est relativement très-faible, de sorte que je n'ai eu, en définitive, qu'à résoudre le problème suivant :

» *Un point matériel se meut sous l'action d'une force dirigée vers un centre fixe et proportionnelle à la distance du mobile à ce centre, sous l'action de laquelle il décrirait une ellipse; déterminer les variations des éléments de l'ellipse résultant d'une action d'une force perturbatrice comprise dans le plan de la courbe.*

» 2. *Équations générales.* — Soient

O le centre d'attraction;

m la position du mobile au bout du temps t;



V la vitesse correspondante, représentée par la droite mv;

$q = \mathrm{OI}$ la distance de mv au point O.

r le rayon vecteur $\mathrm{O}m$;

ε l'angle $\mathrm{I}m\mathrm{O}$;

$\varphi = \mu^2 r$ l'accélération centrale;

Ψ l'accélération due à la force perturbatrice;

Ψ' et Ψ'' ses composantes suivant mv et la perpendiculaire en m à $\mathrm{O}m$;

m_1 la position du mobile au bout du temps $t + dt$;

$\mathrm{V}_1 = m_1 v_1$, q_1 la vitesse en ce point et sa distance au centre O;

$ds = V dt$ l'élément de chemin mm_1;

a, b le demi-grand axe et le demi-petit axe de l'ellipse que décrirait le mobile, si, arrivé en m_1, il ne possédait que l'accélération φ.

Le principe des aires donne

$$Vq = \mu ab,$$

d'où

$$(1) \qquad ab = \frac{V}{\mu} q.$$

» Il suit de là que $\frac{V}{\mu}$ et r sont deux diamètres conjugués de l'ellipse, et, comme conséquence, que l'on a la relation

$$(2) \qquad a^2 + b^2 = \frac{V^2}{\mu^2} + r^2.$$

Si, sur la perpendiculaire en m à mv, on porte à partir et de part et d'autre de m les longueurs mA, mB égales à $\frac{V}{\mu}$, on aura $a =$ OA, $b =$ OB, et le grand axe de l'ellipse sera dirigé suivant la bissectrice Oz de l'angle AOB.

» La vitesse V_1 étant la résultante de V, φdt, Ψdt, on a

$$V_1 q_1 = Vq + \Psi''_r dt,$$

d'où

$$(3) \qquad d.Vq = \Psi'' r dt = \Psi'' \frac{r}{V} ds,$$

par suite

$$d.ab = \frac{\Psi'' r}{\mu V} ds.$$

$$(4) \qquad a db + b da = \frac{\Psi'' r}{\mu V} ds.$$

» Si l'on remarque que $V_1 - V = dV$ est égal à $\varphi' dt + \Psi' dt$, l'équation (2) différentiée donne

$$a da + b db = \frac{V}{\mu^2}(\varphi' + \Psi') dt + r dr,$$

mais on a

$$\frac{V}{\mu^2} \Psi' dt + r dr = 0,$$

puisque cette somme se rapporte au point m_1 considéré comme situé à l'ellipse tangente à mv. Il vient donc

$$(5) \qquad a da + b db = \frac{\Psi'}{\mu^2} ds.$$

Des équations (4) et (5) on tire

$$(6)\quad \begin{cases} da = \dfrac{1}{\mu(a^2-b^2)}\left(\dfrac{a\Psi'}{\mu} - \dfrac{rb\Psi''}{V}\right) ds, \\ db = -\dfrac{1}{\mu(a^2-b^2)}\left(\dfrac{b\Psi'}{\mu} - \dfrac{ra\Psi''}{V}\right) ds. \end{cases}$$

» L'équation (3) peut se mettre sous la forme

$$d.\mathrm{V}r\sin\varepsilon = \frac{\Psi'' r\,ds}{\mathrm{V}},$$

d'où, en développant, et remarquant que les termes en dr et $\varphi' dt$ donnent un résultat nul,

$$(7)\quad d\varepsilon = \frac{\Psi'' - \Psi'\sin\varepsilon}{\mathrm{V}^2\cos\varepsilon} ds.$$

» Soient Ox un axe fixe situé dans le plan du mouvement, θ, ω des angles que forment Om et Oz avec cet axe. Les triangles AOm, BOm donnent

$$(8)\quad \begin{cases} \sin\widehat{\mathrm{AO}m} = \dfrac{\mathrm{V}\cos\varepsilon}{\mu a}, \\ \sin\widehat{\mathrm{BO}m} = \dfrac{\mathrm{V}\cos\varepsilon}{\mu b}, \end{cases}$$

et l'on voit que

$$\omega = \frac{\widehat{\mathrm{AO}x} + \widehat{\mathrm{BO}x}}{2} = \theta + \frac{1}{2}\left(\widehat{\mathrm{AO}m} + \widehat{\mathrm{BO}m}\right),$$

d'où, en ne conservant que les termes qui ne dépendent que de Ψ, puisque les autres doivent se détruire,

$$(9)\quad d\omega = \frac{1}{2} d\left(\widehat{\mathrm{AO}m} - \widehat{\mathrm{BO}m}\right).$$

En différentiant convenablement les équations (8), cette équation fera connaître, en fonction des éléments de la question, le déplacement élémentaire du grand axe de l'ellipse.

» 3. *Application au pendule conique. Variation du grand axe de l'ellipse.* — Arrivons maintenant à la question du pendule. Supposons que l'accélération Ψ soit dirigée en sens inverse de la vitesse, et qu'elle soit de la forme

$$\Psi = -\rho v^2 = \Psi',$$

ρ étant une constante; nous aurons

$$\Psi'' r = q\Psi' = -\mu\rho ab\mathrm{V},$$

et la première des formules (6) devient

$$da = -\frac{\rho a}{a^2 - b^2}\left(\frac{V^2}{\mu^2} - b^2\right) ds,$$

ou, en vertu de l'équation (2),

(10) $$da = -\frac{\rho a}{a^2 - b^2}(a^2 - r^2)\, ds, \quad db = -\frac{\rho b}{a^2 - b^2}(r^2 - b^2).$$

» 4. *Cas du pendule à oscillations planes.* — On a

$$b = 0, \quad ds = dr,$$

et, en intégrant entre les limites $r = -a$, $r = a$, on trouve, pour la variation de la demi-amplitude, après une oscillation simple,

(11) $$\delta a = -\tfrac{4}{3}\rho a^2,$$

résultat obtenu en premier lieu par Poisson en partant d'autres considérations.

» 5. *Cas d'un pendule à oscillations circulaires.* — Si nous désignons maintenant par θ l'angle polaire mOz, et que nous posions $b^2 = a^2(1 - \beta)$, l'équation de l'ellipse prend la forme

$$r^2 = \frac{a^2(1 - \beta)}{1 - \beta \cos^2\theta},$$

et la première des équations (10) devient

(12) $$da = -\frac{\rho a \sin^2\theta}{1 - \beta\cos^2\theta}\, ds.$$

» Si, à un certain instant, l'ellipse se réduit à un cercle, on a

$$\beta = 0, \quad ds = a\, d\theta,$$

et, en intégrant de $\theta = 0$ à $\theta = \pi$, on obtient, pour la variation du rayon, après une demi-révolution,

(13) $$\delta a = -\frac{\pi}{2}\rho a^2,$$

variation qui, toutes choses égales d'ailleurs, est supérieure à celle qui est donnée par l'équation (11), dans le cas où les oscillations sont planes.

» 6. Dans tous les autres cas on ne pourra trouver δa que par approximation, en exprimant ds en fonction de θ et développant ensuite en série suivant les puissances ascendantes de β.

» Mais, sans aller plus loin, il y a tout lieu de supposer que δa ne peut

varier qu'entre $-1,57\rho a^2$ et $-1,33\rho a^2$, limites assez rapprochées l'une de l'autre pour que, en ayant égard à la nature de la question, on puisse prendre approximativement, quelle que soit la vitesse initiale,

$$(14)\qquad \delta a = -1,45\rho a^2.$$

» 7. *Déplacement du grand axe.* — De ce que $\Psi'' = \Psi' \sin\varepsilon$, il résulte

$$d\varepsilon = 0;$$

par suite,

$$\cos \mathrm{AO}m\, d(\widehat{\mathrm{AO}m}) = \frac{\cos\varepsilon}{\mu}\left(\frac{\Psi' ds}{a\mathrm{V}} - \mathrm{V}\frac{da}{a^2}\right) = -\rho\cos\varepsilon\frac{\mathrm{V}}{\mu a}\frac{r^2-b^2}{a^2-b^2},$$

d'où

$$d(\widehat{\mathrm{AO}m}) = -\rho\cos\varepsilon\frac{\mathrm{V}}{\mu a}\frac{r^2-b^2}{(a^2-b^2)\sqrt{1-\frac{\mathrm{V}^2\cos^2\varepsilon}{a^2}}},$$

et de même

$$d(\widehat{\mathrm{BO}m}) = \rho\cos\varepsilon\frac{\mathrm{V}}{\mu b}\frac{a^2-r^2}{(a^2-b^2)\sqrt{1-\frac{\mathrm{V}^2\cos^2\varepsilon}{\mu^2 b^2}}};$$

on a donc

$$(15)\qquad d\omega = -\frac{\mathrm{V}\rho\cos\varepsilon}{\mu(a^2-b^2)}\left(\frac{r^2-b^2}{\sqrt{a^2-\frac{\mathrm{V}^2}{\mu^2}\cos^2\varepsilon}} + \frac{a^2-r^2}{\sqrt{b^2-\frac{\mathrm{V}^2}{\mu^2}\cos^2\varepsilon}}\right)d\omega,$$

expression dans laquelle on devra remplacer $\frac{\mathrm{V}}{\mu}\cos\varepsilon$ par sa valeur déduite des équations (1) et (2), en mettant la seconde sous la forme

$$\frac{\mathrm{V}}{\mu}\sin\varepsilon = \frac{ab}{r}.$$

» La dérivée $\frac{d\omega}{ds}$ étant négative, on voit que la résistance de l'air aurait pour effet de déplacer le grand axe de l'ellipse en sens inverse du mouvement, et par conséquent de réduire le déplacement qu'il éprouverait réellement dans le vide.

» 8. *Durée du passage d'un maximum au suivant.* — Le temps δt, employé par le rayon vecteur pour décrire l'angle ω, est donné par l'équation

$$a^2 d\omega = \mu ab\,\delta t,$$

d'où

$$\delta t = \frac{a}{\mu b}\omega.$$

Si donc on désigne par τ la durée $\frac{\pi}{\mu}$ d'une demi-révolution de l'ellipse, par α la valeur correspondante de $-\omega$, on a, pour le temps cherché,

$$\tau' = \tau - \frac{a}{b}\frac{\alpha}{\mu} = \tau\left(1 - \frac{a}{b}\frac{\alpha}{\pi}\right). »$$

PHYSIQUE. — *Étude des radiations solaires* (suite); par M. **P. Desains.**

« Dans les séances précédentes, l'Académie a reçu plusieurs Communications relatives au rayonnement solaire; comme depuis plusieurs années je m'occupe de la même question, je demande la permission d'indiquer rapidement quelques-uns des résultats que j'ai obtenus et la direction dans laquelle je poursuis ces études. L'appareil que j'emploie le plus souvent est l'appareil thermo-électrique de MM. Nobili et Melloni; seulement je lui ai donné une forme commode pour le service que je lui demande. La pile est formée de quatre éléments seulement. Elle est logée au fond d'un tube de gutta-percha, et peut à chaque instant être dirigée vers le Soleil. Le galvanomètre est construit de façon à pouvoir être facilement transporté (voir *Comptes rendus*, séance du 29 novembre 1869).

» Avec ces dispositions rien n'est plus simple que de suivre pendant toute la durée d'une journée les variations que subit en un même lieu l'intensité de la radiation solaire. Il était bon toutefois de s'assurer que la sensibilité de l'appareil thermo-électrique n'éprouve pas de changement notable par suite des changements de température auxquels il est forcément soumis, pendant une série d'observations qui peut durer plus de douze heures. Des expériences directes m'ont prouvé que ces changements de sensibilité ne sont pas à craindre dans les conditions où l'on opère.

» Mais, de ce que la sensibilité de l'instrument reste constante pendant la durée d'une journée, on ne peut pas conclure qu'elle soit encore la même à huit ou quinze jours de distance. Il faut donc avoir un moyen de constater les changements possibles et d'en mesurer la grandeur.

» Pour cela il suffit de comparer de temps à autre l'action du Soleil sur le thermomultiplicateur à celle qu'il exerce sur un thermomètre placé dans des conditions identiques à celle où se trouve la pile elle-même.

» La vitesse initiale du réchauffement qu'éprouve le thermomètre au moment où il commence à recevoir les rayons est toujours proportionnelle à l'action impulsive donnée au même instant à l'aiguille du thermomultiplicateur, et elle peut, comme cette dernière, mesurer l'intensité de la

radiation. C'est, du reste, par l'observation des vitesses initiales de réchauffement d'un même thermomètre qu'Herschel comparait les actions des différentes radiations soumises à son étude, dans ses grands travaux sur la chaleur solaire, et la remarque suivante facilite l'emploi de cette méthode.

» Que l'on désigne par (t) la fonction de la température t qui représente le rayonnement d'un thermomètre noirci; lorsque ce thermomètre, dans une enceinte à température t, sera arrivé à une température θ sous l'action d'une source incandescente à température T, on aura l'équation

$$\omega[f(\mathrm{T})-f(t)]=(\mathrm{V}+\mathrm{U})m,$$

V étant la vitesse du réchauffement que le thermomètre éprouve à la température θ, sous l'action des rayons incidents, et U la vitesse de refroidissement qu'il aurait à cette même température θ si l'on interceptait l'action de la source, et m la valeur du thermomètre réduit en eau. Quand la source est incandescente, $f(\mathrm{T})$ est incomparablement plus grand que $f(t)$, et l'équation se réduit à

$$\omega f\mathrm{T}=\mathrm{V}+\mathrm{U};$$

$\mathrm{V}+\mathrm{U}$ est donc une quantité constante, pourvu que T ne varie pas. Par conséquent, si, après avoir observé pendant quelques minutes le réchauffement du thermomètre exposé à la radiation incidente, on intercepte cette dernière et qu'on observe alors le refroidissement, on trouvera qu'en effet à chaque valeur de θ répond une même valeur constante de $\mathrm{V}+\mathrm{U}$, quoique séparément V et U changent avec θ. Cette somme constante représente l'action de la source et, si on la multiplie par la valeur en eau de la portion du thermomètre qui s'échauffe, on a l'expression numérique de la quantité de chaleur qui tombe sur l'ouverture d'admission.

» En 1869, nous avions, M. Branly et moi, emporté à Lucerne deux appareils construits d'après les principes que je viens de rappeler et pendant quelques jours nous avons fait, à Lucerne même et à l'hôtel Righi-Culm, une série d'observations simultanées dont les résultats ont été présentés à l'Académie; elles nous ont toujours montré qu'au même instant la radiation solaire est notablement plus forte au sommet du Righi qu'à Lucerne, mais qu'elle y est moins facilement transmissible à travers 1 centimètre d'eau.

» Depuis cette époque nous n'avons pas pu recommencer de nouvelles excursions. Il y aurait pourtant un grand avantage à étudier sur des sommets élevés les variations diurnes de la radiation solaire; et cela surtout par de belles journées de froid analogues à celles que M. Frankland a

récemment observées à Davos-Dörfli, et pendant lesquelles il a fait des mesures thermométriques si intéressantes.

» En ces conditions, en effet, la couche atmosphérique qui touche le sol ne renferme pas souvent la dixième partie de la vapeur qui s'y trouve contenue à Paris, sous épaisseur égale, dans la seule saison où les observations sont en général possibles. Dès lors, les variations que cette petite quantité de vapeur peut encore éprouver ne viennent plus complétement bouleverser l'uniformité de composition de l'atmosphère. Or cette uniformité est une condition que supposent les formules que M. Pouillet a données pour représenter, aux différentes heures du jour, la quantité de chaleur que le Soleil envoie sur 1 mètre carré à la surface de la terre, et desquelles en outre il déduit la valeur que la radiation solaire aurait aux confins de l'atmosphère.

» A Paris, il est bien rare de trouver des journées dans lesquelles la radiation solaire présente, à égales distances du midi, même intensité et même transmissibilité à travers l'eau. En ces circonstances, il n'y a pas lieu de chercher à représenter les données de l'expérience par une formule qui suppose aux phénomènes une symétrie parfaite de part et d'autre du midi; mais les observations ne sont pourtant pas stériles, et souvent elles peuvent donner des renseignements utiles sur les variations qui surviennent dans la quantité absolue de vapeur aqueuse renfermée dans tout l'ensemble de la colonne atmosphérique que les rayons solaires traversent pour arriver aux appareils.

» Si, par exemple, à 2 heures du soir, on trouve au rayonnement solaire une transmissibilité plus grande qu'elle n'était à 10 heures du matin, on en conclura un accroissement dans le poids des vapeurs atmosphériques traversées par les rayons; et si, à 10 heures du matin, on a pris la précaution d'observer non pas seulement la transmissibilité du rayonnement solaire direct, mais aussi celle de ce rayonnement déjà transmis à travers plusieurs épaisseurs d'eau différentes, il sera facile d'évaluer en colonne liquide le surcroît de vapeur développée dans l'air de 10 heures du matin à 2 heures du soir. Tout au moins l'on saura l'épaisseur d'eau qui produit le même effet que la vapeur surajoutée.

» Cette dernière restriction serait inutile si l'on admettait qu'à poids égaux une colonne d'eau et une colonne de vapeur de même section agissent de la même façon sur tout rayonnement qui les traverse. Dans tous les cas, il n'y aurait aucune impossibilité à vérifier si cette proposition est

applicable à l'eau ou à voir dans quel sens il la faut corriger, si elle n'est pas complétement exacte.

» Que l'on conçoive une vallée peu large, encaissée de montagnes assez élevées; si l'on fait des observations hygrométriques simultanées au fond de la vallée, sur le flanc et au sommet des montagnes qui l'entourent, on pourra, de ces observations ou d'autres analogues, conclure l'état hygrométrique moyen de l'air de la vallée, et par suite le poids moyen de la vapeur renfermée dans une colonne de cet air, de base et de longueur données. Or, si en même temps on observe l'intensité et la transmissibilité du rayonnement solaire au fond de la vallée et sur les plus hauts sommets qui la dominent, on en déduira, comme nous l'avons expliqué plus haut, la double influence éprouvée par les rayons dans leur trajet à travers une couche d'air de poids connu et renfermant une quantité de vapeur également connue; et, en répétant ces expériences pour des états hygrométriques différents, mais pour une même hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, on se fournirait les éléments nécessaires à la construction de Tables hygrométriques à l'aide desquelles on pourrait, de différences observées dans la transmissibilité des rayons solaires, déduire celles qui seraient survenues dans le poids total de la vapeur d'eau que l'atmosphère renferme dans une direction donnée. A Paris j'ai vu, pour des épaisseurs atmosphériques très-sensiblement égales, la transmissibilité des rayons solaires varier de 0,55 à 0,77. De telles variations sont supérieures à celles qu'on obtient en interposant une couche d'eau de $0^{m},01$ d'épaisseur sur le trajet des rayons directs. »

MÉTALLURGIE. — *Études sur la transformation du fer en acier;* par M. Boussingault. (Extrait.)

« On transforme le fer en acier en le cémentant dans du charbon de bois. Le procédé de la cémentation est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le décrire : il me suffira de rappeler que le métal, étiré en barres de 1 à 2 centimètres d'épaisseur, est stratifié avec le charbon en poudre dans des caisses en briques réfractaires d'une capacité de $4^{mc},9$. Deux caisses, établies dans un fourneau, contiennent environ 27000 kilogrammes de fer et 3500 kilogrammes de brasque.

» Des expériences, faites à ma prière par M. Brustlein, ingénieur de l'usine d'Unieux, montrent que le fer et le charbon sont en contact, au rouge-cerise vif, pendant vingt jours et vingt nuits. En tenant compte du

temps employé pour l'échauffement et le refroidissement, une cémentation, à partir de la mise en feu, dure environ un mois.

» En sortant des caisses, le fer est modifié dans son aspect comme dans sa constitution. Sa surface est couverte de vésicules, d'ampoules variables dans leur nombre, dans leurs dimensions, et qui lui ont fait donner le nom d'acier poule. Le fer a perdu sa structure granuleuse ou fibreuse, sa teinte bleuâtre caractéristique, sa ténacité. L'acier poule est dur, cassant; son grain offre un reflet jaunâtre ou d'un gris plus ou moins foncé, suivant le degré de carburation, que l'œil exercé d'un contre-maître apprécie avec une exactitude que l'analyse confirme presque toujours. Quand la carburation atteint le maximum, l'acier poule présente à la cassure une disposition ondulée, la blancheur et l'éclat de l'argent.

» Dans le travail dont j'entretiens aujourd'hui l'Académie, je me suis proposé de rechercher en quoi l'acier poule différait du fer. En d'autres termes, j'ai essayé de déterminer la nature et la quantité des substances acquises ou perdues par le métal pendant la cémentation.

» A la première vue, rien ne paraît plus simple : analyser une barre de fer avant et après la cémentation; mais, en me mettant à l'œuvre, en 1870, je m'aperçus bientôt qu'il était plus facile de poser la question que de la résoudre. Ainsi j'ai dû consacrer bien du temps à l'examen des procédés à l'aide desquels on devait doser les divers éléments qui entrent, souvent pour une infime proportion, dans le fer en barres et dans l'acier. Dans un chapitre de mon Mémoire, j'expose les méthodes auxquelles je me suis arrêté pour déterminer le carbone dans ses deux états, le silicium, le soufre, le phosphore, le manganèse, le fer.

» J'ai eu, on le conçoit, bien des difficultés à surmonter, mais je puis affirmer que la plus grande de toutes a été de doser le fer avec une précision égale à celle qu'on atteint lorsqu'il s'agit du carbone et du silicium; le dosage du fer devient ainsi le contrôle indispensable de toute analyse de fer, de fonte ou d'acier. Je suis arrivé à estimer le fer à $\frac{1}{10}$ ou $\frac{2}{10}$ de milligramme près, par la méthode volumétrique due à M. Margueritte, à la condition, toutefois, de faire intervenir, pour déterminer l'oxydation de 1 gramme de métal, une dissolution de permanganate de potasse assez diluée pour occuper un volume de 340 à 350 centimètres cubes; $\frac{1}{10}$ de centimètre cube accusant ainsi la présence de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de milligramme de fer.

» Je donne, dans mon Mémoire, tous les détails de l'opération. Il me suffira de dire ici, pour être compris des analystes, que pour mesurer ra-

pidement un aussi fort volume de solution de permanganate que celui qu'on doit employer, j'ai recours à la pipette de Stass dont se servent les essayeurs dans la détermination du titre de l'argent par la voie humide. La capacité de la pipette est de 300 centimètres cubes; l'oxydation est terminée en versant avec la burette de Gay-Lussac de la solution de permanganate jusqu'à l'apparition de l'indice, la coloration de la dissolution de fer occupant, à la fin de l'opération, un volume de 1 litre.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

» Dans une barre de fer provenant du puddlage d'une fonte obtenue au charbon de bois, par le traitement d'un mélange de fer spathique et d'hématite des mines du Ria (Pyrénées-Orientales), on a coupé deux morceaux, n° 1 et n° 2. Après les avoir décapés par la raboteuse, on les a introduits dans une caisse à cémenter: le n° 1, dans la partie où l'on jugeait que la température serait la moins élevée; le n° 2, dans la partie où la chaleur devait être la plus forte.

» Après la cémentation, les deux barres portaient quelques grosses ampoules et un assez grand nombre de boursouflures moins développées. Les espaces compris entre ces protubérances étaient entièrement recouverts d'une multitude de petits points seulement visibles à la loupe. A l'extérieur, et sur toute leur superficie, d'un gris foncé métallique, les barres étaient enduites uniformément d'une pellicule extrêmement mince de graphite, tachant les doigts à la manière de la plombagine.

Avant la cémentation, la barre n° 1 pesait		4949,54 gr; la barre n° 2,		5124,00 gr
Après la cémentation .	»	4994,20	»	5199,60
Augmentation de poids.	»	44,65	»	75,60

» Dans le fer on a dosé :

	Avant la cémentation.	Après la cémentation. N° 1.	Après la cémentation. N° 2.
Fer	0,99100	0,98200	0,97650
Carbone combiné	0,00118	0,00995	0,01512
Silicium	0,00105	0,00107	0,00120
Soufre	0,00012	0,00006	0,00005
Phosphore	0,00100	0,00125	0,00130
Manganèse	0,00222	0,00220	0,00218
Substances indéterminées	0,00343	0,00347	0,00365
	1,00000	1,00000	1,00000

Résumé de l'expérience.

	Barre n° 1.							
	Poids de la barre.	Fer.	Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.	Substances indéterminées.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Avant cémentation. .	4949,55	4905,00	5,84	5,20	0,59	4,95	10,99	16,98
Après cémentation...	4994,20	4904,30	49,69	5,34	0,30	6,24	10,99 (1)	17,33
Différences......	+44,65	−0,70	+43,85	+0,14	−0,29	+1,29	0,00	+0,35

	Barre n° 2.							
	Poids de la barre.	Fer.	Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.	Substances indéterminées.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Avant cémentation. .	5124,00	5077,88	6,05	5,38	0,62	5,12	11,27	17,57
Après cémentation...	5199,60	5077,41	78,62	6,24	0,26	6,76	11,33	18,98
Différences......	+75,60	−0,47	+72,57	+0,86	−0,36	+1,64	+0,03	+1,41

» Dans les deux cas, l'augmentation de poids éprouvée par les barres cémentées a excédé le poids du carbone fixé. Le silicium, le phosphore, les substances indéterminées acquis ont pesé un peu plus que le fer et le soufre éliminés.

SECONDE EXPÉRIENCE.

» *Cémentation d'un fer de Suède.* — Un fragment de barre portant la marque L, après avoir été décapé à la meule, a été placé dans une caisse à cémenter. Ce fer, considéré comme d'excellente qualité, avait un grain très-fin. L'acier poule qu'il a donné était enduit de graphite sur toute sa superficie; ce graphite, en pellicules extrêmement minces, tachait les doigts; il suffisait d'un léger frottement pour le faire disparaître. Sur la barre, j'ai compté trente-cinq ampoules assez grosses et de nombreuses petites vésicules à peine visibles à l'œil nu. Un coup de lime mettait à découvert une surface métallique d'un blanc argentin.

	gr
Avant la cémentation la barre pesait........	2000,45
Après la cémentation.....................	2026,22
Augmentation de poids...............	25,77

Composition du fer de Suède.

	Avant la cémentation.	Après la cémentation.
Fer.....................	0,99450	0,98170
Carbone.................	0,00300	0,01580
Silicium.................	0,00016	0,00030
Soufre..................	0,00015	0,00005
Phosphore...............	0,00057	0,00065
Manganèse..............	0,00090	0,00070
Substances indéterminées....	0,00072	0,00080
	1,00000	1,00000

(1) Le manganèse a seulement été dosé dans le fer avant la cémentation; on l'a calculé dans les fers cémentés.

Résumé de l'expérience.

	Poids de la barre.	Fer.	Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.	Substances indéterminées.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Avant cémentation. .	2000,45	1989,45	6,00	0,32	0,30	1,14	1,80	1,44
Après cémentation. .	2026,22	1989,14	32,01	0,61	0,10	1,32	1,42	1,62
Différences......	+25,77	−0,31	+26,01	+0,29	−0,20	+0,18	−0,38	+0,18

» L'augmentation du poids de la barre a été un peu inférieure au poids du carbone fixé.

» On doit se demander si les faibles différences constatées dans les résumés des expériences ne résulteraient pas d'erreurs d'analyses qui, aussi minimes qu'on puisse les supposer, sont nécesssairement multipliées par de grands nombres, les résultats de dosages exécutés sur quelques grammes de matières se trouvant, en fait, appliqués à des barres de métal de 1 à 5 kilogrammes.

» Sans doute, on comprend que le fer, indépendamment du carbone, prenne, en se cémentant, du silicium et du phosphore préexistant dans les cendres du charbon de bois, qu'il abandonne du soufre, des traces d'arsenic échappées au dosage; mais il semblerait que, dans une barre cémentée, on dût retrouver tout le fer qu'elle renfermait avant sa cémentation, par la raison qu'on ne voit pas à quel état ce métal pourrait être éliminé; cependant dans les trois observations il y a eu une perte de fer, très-légère il est vrai, mais constante.

Pour le fer de Ria, n° 1, elle a été de........		0,00014
» de Ria, n° 2,	»	0,00008
» de Suède,	»	0,00016

» Pour faire disparaître, ou tout au moins pour atténuer l'influence des erreurs d'analyses, et particulièrement pour décider si, réellement, du fer pouvait être expulsé, il convenait d'abord de doser le carbone sur la totalité d'un fer pur que l'on aurait cémenté, et ensuite, après avoir constaté l'augmentation de poids, de rechercher ce métal dans le cément. En ce qui concerne le carbone, l'erreur commise ne serait plus amplifiée; mais il fallait nécessairement opérer sur de bien faibles quantités de fer, inconvénient que diminuerait d'ailleurs l'usage d'une balance accusant $\frac{1}{10}$ de milligramme.

» *Cémentation du fer pur.* — I. Le fer employé avait été préparé par le colonel Caron; j'ai tout lieu de le considérer comme pur, n'ayant pu, par les recherches les plus délicates, y trouver autre chose que du fer.

» Le métal avait été fondu dans un tube de porcelaine traversé par un courant de gaz hydrogène purifié, puis étiré en fils.

» Une spirale de fer a été cémentée, pendant quatre heures, au rouge-cerise vif, dans du charbon de bois en poudre, préalablement calciné.

Fer pur	gr 1,6878
Après cémentation	1,7111
Augmentation	0,0233

» Après la cémentation, le fer était légèrement graphiteux à la surface, qui ne présentait aucune boursouflure; le grain était aciéreux, à petites facettes brillantes.

» Dans la totalité de la spirale cémentée on a dosé

Carbone combiné	gr 0,0223
Graphite	0,0008
Carbone total	0,0231

» L'augmentation de poids par suite de la cémentation a dépassé de $0^{gr},0002$ le carbone fixé. Cette différence, dont je crois pouvoir répondre, est due probablement à quelques substances venant de la cendre du charbon, à moins qu'elle ne résulte d'une très-petite quantité de fer éliminé.

» Plusieurs expériences ont montré, en effet, que la cendre du charbon cément acquiert un peu de fer; souvent le fer initial a été doublé.

» Il est vraisemblable que le fer est entraîné à l'état de chlorure, des chlorures alcalins existant dans le charbon. Le fait est qu'en mêlant un peu de sel marin au cément les cendres laissées par le charbon contiennent alors une notable proportion de fer.

» *Élimination du soufre pendant la cémentation.* — On a vu, dans les résumés des expériences, que le fer a perdu plus de la moitié du soufre qu'il renfermait quand on l'a introduit dans les caisses à cémenter.

» Des analyses, exécutées dans mon laboratoire, établissent que cette élimination se produit constamment. Voici les résultats obtenus sur des fers de Suède des meilleures marques.

	Soufre dans le fer	
Marques des barres.	Avant la cémentation.	Après la cémentation.
S	0,00040	0,00021
J. B. couronnés	0,00055	0,00019
A. G. L	0,00030	0,00017
L	0,00015	0,00005

» La cémentation aurait donc pour effet, indépendamment de la carbu-

ration du fer, l'élimination d'une partie du soufre contenu dans le métal. Pendant la fusion de l'acier poule pour obtenir l'acier fondu, l'élimination continue. C'est pourquoi les aciers fondus de hautes qualités ne contiennent plus de soufre, ou du moins n'en renferment plus que des indices; on en jugera par les résultats d'analyse que je vais présenter.

	Soufre.
Acier fondu J. Holtzer, martelé et cémenté de nouveau........	0,0000
Acier fondu à outils de Firth..............................	0,0000
Acier fondu de Styrie......................................	0,0001
Acier à canon d'Unieux (Loire).............................	0,0001
Acier J. Holtzer, marqué à la cloche, carré................	traces
Acier Huntsman, carré......................................	traces
Acier J. Holtzer marqué à la cloche, rond..................	0,0001
Acier Huntsman, rond.......................................	0,0001

» L'acier fondu au creuset ne renferme donc que des traces de soufre et généralement des quantités de phosphore qui échappent à l'analyse. C'est ce qui ressort de la composition des aciers reconnus supérieurs pour la fabrication des instruments tranchants, des outils.

	Acier Holtzer à la cloche.	Acier Huntsman.
Fer (dosé)..............................	0,9873	0,9874
Carbone combiné.........................	0,0116	0,0115
Silicium................................	0,0006	0,0011
Soufre..................................	traces	traces
Phosphore...............................	0,0000	0,0000
Manganèse...............................	0,0010	0,0008
	1,0005	1,0008

» De l'ensemble des observations, des analyses consignées dans mon Mémoire, il résulte un fait que je crois devoir faire ressortir : c'est que les aciers fondus considérés comme de qualité supérieure sont réellement constitués par du fer et du carbone. A mesure que leur qualité augmente, on voit le soufre diminuer, disparaître. Ils sont généralement exempts de phosphore, et le manganèse, comme le silicium, n'y entre que pour une proportion qui dépasse rarement $\frac{1}{1000}$. »

« M. H. Sainte-Claire Deville, interpellé par M. Boussingault, au sujet de la formation des bulles métalliques à la surface de l'acier *poule*, rappelle les expériences qu'il a faites avec M. Troost, sur le passage de l'hydrogène, par dissolution ou endosmose, au travers du fer ou de l'acier chauffé au

rouge, les expériences de M. Cailletet sur les tubes aplatis par le laminage et qui reprennent leur forme dans l'atmosphère hydrogénée d'un four à réchauffer, par suite de l'introduction avec pression de l'hydrogène, entre les surfaces de fer rapprochées par le laminage. Il en conclut que le fer corroyé, qui se compose de lames plus ou moins bien soudées par le laminage, représente une série de petits espaces comparables à des tubes réduits en plaques par l'action du marteau : l'hydrogène du charbon de cémentation, l'hydrogène provenant de la réduction de la vapeur d'eau s'y introduisent par dissolution ou endosmose, en y déterminant une pression qui soulève la surface du fer transformé en acier et quelquefois la crève.

» Quant à la question relative au dépôt de charbon pulvérulent à la surface de l'acier de cémentation, personne, dit M. H. Sainte-Claire Deville, ne peut y répondre avec plus d'autorité que mon savant confrère et ami M. Berthelot, à qui je cède la parole avec empressement. »

M. Berthelot fait, au sujet de la Communication de M. *Boussingault*, les remarques suivantes sur les réactions exercées entre le fer, le carbone et l'hydrogène :

« Je ne saurais prétendre répondre d'une manière absolue aux questions que notre confrère, M. H. Sainte-Claire Deville, vient de m'adresser relativement au rôle de l'hydrogène et du carbone dans la cémentation et spécialement dans les conditions de la fabrication de l'acier, telles qu'elles sont définies par les remarquables expériences de M. Boussingault. Cependant peut-être ne sera-t-il pas inutile de signaler quelques aperçus nouveaux sur le rôle joué par ces éléments. Il me semble, en effet, que tous deux forment avec le fer, vers le rouge sombre, une ou plusieurs combinaisons, dont la production et l'état de dissociation expliquent un grand nombre des effets observés.

» En effet, cet hydrogène qui pénètre le fer solide et s'y associe vers la température du rouge sombre, sous un état que l'on a qualifié de dissolution, puis qui se dégage du métal dans des conditions un peu différentes, en donnant lieu à ces réactions spéciales de l'hydrogène sur le fer, attestées par les curieuses expériences de MM. H. Sainte-Claire Deville, Troost et Cailletet, par exemple, à ces gonflements, à ces ampoules, si manifestes dans les échantillons présentés par M. Boussingault; cet hydrogène, dis-je, ne contracte-t-il pas avec le fer une combinaison proprement dite, analogue au palladium hydrogéné et aux hydrures des métaux alca-

lins, récemment étudiés par MM. Troost et Hautefeuille? L'état de dissociation d'un tel composé de fer et d'hydrogène, qui se formerait sur un point du métal pour se défaire plus loin, sous l'influence de conditions un peu différentes, expliquerait, je crois, la plupart des phénomènes observés.

» Ce graphite, qui se sépare avec tant de netteté sur certains points dans les mêmes échantillons, ne dériverait-il pas aussi de quelque composé défini de carbone et de fer, formé au contact des deux éléments et par leur union directe, à la façon de l'acétylène? Le carbure de fer pourrait encore résulter d'un carbure d'hydrogène, formé tout d'abord et régénéré sans cesse, lequel servirait d'intermédiaire à la fixation du carbone, le fer s'y substituant à l'hydrogène directement, comme le potassium, le sodium, le magnésium ont la propriété de se substituer à l'hydrogène directement dans l'acétylène. Le carbure de fer qui en dériverait expliquerait le rôle prédominant du carbone dans l'aciération, rôle que les expériences de M. Boussingault tendent en effet à restituer pleinement au carbone. Ce serait d'ailleurs la dissociation du carbure de fer, analogue à celle de l'hydrure, qui rendrait compte de la séparation du graphite sur un autre point du métal; de même que celle de l'hydrure rend compte de la séparation de l'hydrogène.

» Mais je m'arrête dans ces suggestions, suscitées par les questions de M. H. Sainte-Claire Deville. Il est cependant un rapprochement sur lequel je veux appeler l'attention en terminant, parce qu'il résulte, non de quelque hypothèse plus ou moins probable, mais des faits observés. Il s'agit des combinaisons de l'hydrogène avec les autres éléments et des températures vers lesquelles elles commencent à s'effectuer directement. Or les réactions qui font soupçonner la formation de l'hydrure de fer commencent à s'effectuer au rouge sombre, c'est-à-dire vers cette même température au voisinage de laquelle l'hydrogène, presque inactif à la température ordinaire, devient un élément très-actif, apte à se combiner directement, soit à l'oxygène pour former l'eau, soit au soufre pour former l'acide sulfhydrique, soit aux métaux alcalins pour en former les hydrures, soit enfin aux carbures d'hydrogène, à l'éthylène spécialement, dans les réactions pyrogénées, pour en constituer aussi les hydrures. Tous ces hydrures, l'eau exceptée, prennent naissance dans des conditions de dissociation. Le rapprochement de ces divers phénomènes me semble de quelque intérêt pour la Mécanique chimique. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations sur le spectre des comètes.* Lettre du P. Secchi à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 19 mai 1874.

» La saison a été très-contraire aux observations de la comète découverte par MM. Winnecke et Tempel dans le mois passé : je n'ai eu qu'une matinée pour faire une observation spectrale passable. Le matin du 20 avril, la lumière de la comète était assez belle ; elle présentait un noyau nébuleux environné d'un éventail de nébulosité irrégulière. Le spectroscope simple appliqué à la grande lunette de Merz montra des traces de bandes; mais, la diffusion de l'objet ne permettant pas l'usage de cet instrument, on appliqua le spectroscope composé, en se servant toutefois de la lunette, car la faiblesse était telle qu'on n'apercevait rien de bien sûr.

» Alors, ayant ôté la lunette et regardant à l'œil simple, le spectre parut très-nettement formé de trois bandes très-bien séparées : une dans le vert bleu, une autre dans le vert, et la troisième dans le jaune vert. La première était la plus vive et la plus étendue ; les deux autres, et surtout celle du milieu, étaient plus faibles.

» A première vue, j'ai jugé que ces bandes se trouvaient à la place des bandes des autres comètes, mais je n'ai pu prendre de mesures rigoureuses. Il était à espérer que la comète de M. Coggia se prêterait mieux à ces observations, qui présentent un grand intérêt pour la théorie de ces astres.

» En effet, le 16 et le 17 courant, au soir, j'ai profité des premiers jours de beau temps pour observer cette comète. Le voisinage d'une étoile plongée dans la nébulosité, le 16, ne permit aucune observation assez sûre. Le jour suivant, assisté par le P. Ferrari, j'ai pu constater que le spectre était vraiment à bandes; deux surtout étaient très-vives dans le vert et le vert jaune. Ayant éclairé le tube de la lunette devant la fente avec la lumière diffuse de différents gaz, les deux bandes brillantes principales furent trouvées correspondre aux bandes du spectre de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique. La faiblesse de la lumière ne permit pas de reconnaître les autres bandes. Les hydrocarbures employés ne donnaient pas une intensité suffisante aux bandes du carbone pour qu'on pût les relever; les raies hydrogéniques qu'on voyait ne correspondaient nullement à celles de la comète.

» Il paraît donc que nous ayons encore, dans celle-ci, affaire au carbone, peut-être à l'un des oxydes du carbone, ou même au carbone simple;

avec la faiblesse de dispersion et la largeur de la fente employée on pourrait difficilement établir une distinction. Les deux groupes les plus brillants étaient dans le vert (longueur d'onde, de 516 à 506, bande $C\gamma$ de M. Salet), et l'autre dans le vert jaune (longueur d'onde, de 563 à 554, bande $C\beta$).

» Il est très-remarquable que toutes les comètes observées jusqu'ici ont les bandes du carbone.

» Dans une de mes Communications précédentes, j'ai constaté, par des expériences directes, que la raie de la couronne solaire 1474 n'appartenait pas au fer. Dernièrement, j'ai eu une confirmation de ce fait, car le matin du 6 mars, vers $9^h 10^m$, en observant une magnifique éruption, j'ai vu, renversée dans toute la largeur du spectre, la raie 1474, pendant que les deux du fer qui lui sont voisines n'étaient renversées que dans un espace très-petit et d'une manière à peine perceptible pour un œil exercé. Si ces trois raies provenaient toutes du fer, elles devraient être renversées sinon d'une manière identique, du moins sur la même étendue. Or la raie de la couronne ressemblait parfaitement aux raies de la chromosphère ; elle avait la même intensité à grande distance du bord et sur une étendue de plus de 24 degrés, pendant que les raies du fer n'étaient très-vives que sur un petit jet.

» Je crois que cela nous autorise encore à regarder cette raie comme appartenant à une substance indépendante du fer.

» Je finirai en rapportant une observation qui peut avoir de l'intérêt, maintenant qu'on attache une grande importance au passage d'un disque planétaire sur un astre brillant.

» Le soir du 2 avril, j'observais le premier satellite de Jupiter à son passage devant la planète. L'atmosphère était assez bonne, mais pas trop tranquille, et le disque de Jupiter paraissait finement ondulé. Le satellite étant très-près du bord, j'en surveillai l'entrée. Je constatai avec surprise que, lorsque le satellite fut à peine éloigné de son diamètre du bord de la planète, le disque de celle-ci s'élança contre le satellite et parut aller le toucher et s'en retirer immédiatement. Ce va-et-vient dura jusqu'au moment où le satellite eut clairement mordu sur la planète, c'est-à-dire pendant 4 ou 5 minutes.

» Je fus surpris de ce phénomène, car on pouvait s'attendre à ce que l'oscillation atmosphérique, qui déplaçait le bord de la planète, déplacerait aussi le satellite, en laissant la distance des deux objets invariable ; or il n'en fut rien. Le satellite paraissait un point immobile et fixe pendant que tout le mouvement avait lieu sur le bord de la planète. Si les ondula-

tions du bord solaire ont le même effet sur le disque obscur de Vénus, on voit combien il restera d'incertitude dans l'observation, et combien il serait désirable d'employer un moyen qui diminuerait l'oscillation atmosphérique, comme le moyen spectroscopique que j'ai jadis proposé. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *A. Sedgwick*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. N. de Kokscharow obtient. . . . . 43 suffrages.

Il y a un billet blanc.

M. N. de Kokscharow, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Agassiz*. Cette Commission doit se composer de trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques et du Président en exercice.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Dans les Sections de Sc. mathématiques,	M. Chasles.	38	suffr.
»	M. Élie de Beaumont. .	34	»
»	M. le général Morin. .	24	»
»	M. Liouville	16	»
Dans les Sections de Sciences physiques,	M. Chevreul	26	suffr.
»	M. Cl. Bernard. . . .	25	»
»	M. Milne Edwards . .	25	»
»	M. Dumas.	22	»
»	M. Brongniart.	17	»
»	M. Decaisne.	17	»

En conséquence, la Commission se composera de M. Bertrand, président, et de MM. Chasles, Élie de Beaumont, Morin, Chevreul, Cl. Bernard, Milne Edwards.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ARÉOMÉTRIE. — *Sur l'ébullioscope Vidal.* Note de M. E. **Malligand** et de Mlle E. **Brossard-Vidal**, présentée par M. Desains.

(Commissaires : MM. Dumas, Thenard, Desains.)

« Le sucre, les résines, les acides citrique et tartrique n'altèrent pas le point d'ébullition de l'alcool dans lequel on les a fait dissoudre. Cette observation, faite par feu M. l'abbé Brossard-Vidal, fut pour lui le point de départ d'une idée nouvelle qu'il exécuta en appliquant le point d'ébullition particulier à chaque mélange d'alcool et d'eau à la détermination de la richesse alcoolique des vins et autres liquides spiritueux ; il imagina pour cela un instrument connu sous le nom d'*ébullioscope*.

» L'appareil que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie a été perfectionné par MM. Jacquelain et E. Malligand. Il comprend :

» 1° Une lampe à mèche de combustion uniforme.

» 2° Une petite cheminée disposée au-dessus de la mèche pour rendre la combustion invariable et déterminer la surface de chauffe.

» 3° Une bouillotte conique fermée à la partie supérieure par un disque à vis, percé de deux ouvertures, l'une destinée à livrer passage à un thermomètre coudé, l'autre à soutenir un *réfrigérant condensateur*, ajusté à vis et formé de deux cylindres concentriques. Cette bouillotte, vers son extrémité inférieure, reçoit, à des hauteurs diamétralement opposées, les deux extrémités d'un petit cylindre, courbées en cercle, mais infléchies en spirale. Ce tube, qui se remplit du même liquide que la bouillotte, traverse la boîte de la petite cheminée et, par conséquent, reçoit sur une petite surface toute la chaleur de la flamme ; le liquide graduellement échauffé circule de bas en haut dans ce cylindre, arrive dans la bouillotte et s'y condense en abandonnant la chaleur latente de la vapeur, jusqu'à ce que toute la masse liquide soit en ébullition. C'est vers ce moment que la colonne mercurielle du thermomètre commence à se fixer, pour se maintenir au même point pendant dix minutes environ.

» 4° Un thermomètre à mercure recourbé à angle droit et descendant dans la bouillotte, de façon que son réservoir plonge à volonté, soit dans le liquide en ébullition, soit dans la vapeur de ce même liquide.

» 5° Une règle horizontale, fixée sur le couvercle de la bouillotte pour servir d'applique au thermomètre, ainsi qu'à une petite échelle mobile

destinée *à suivre les pressions barométriques*, et qui est graduée pour l'indication des degrés alcooliques de zéro à 25 degrés.

» Voici quelques-uns des résultats fournis par l'ébullioscope :

» Un même vin, de richesse inconnue, essayé dans un même appareil, a donné, pour soixante-sept expériences consécutives (du 11 mars au 6 avril 1874), 166 divisions demi-millimétriques, avec une différence, soit en plus ou en moins, de 1 demi-millimètre.

» Six appareils fonctionnant ensemble, chargés d'un même mélange d'alcool et d'eau, ont accusé pendant dix minutes une richesse alcoolique de 9°, 15. Ces mêmes appareils chargés d'un même vin accusèrent tous les six dans le même temps 11°, 3 d'alcool.

» Un demi-litre de vin de Malaga, réduit de moitié par concentration, additionné après refroidissement d'eau et d'alcool absolu, de manière à contenir $\frac{16}{100}$ d'alcool, le tout mesuré à + 15°C., puis coupé de son volume d'eau, a donné à l'ébullioscope 8 degrés. Ce dernier mélange étendu encore de son volume d'eau a donné 4 degrés à l'ébullioscope.

» Cet instrument nous semble donc devoir fournir facilement, avec peu de liquide (70 centimètres cubes), et rapidement (en neuf minutes) des indications précises et toujours comparables dans la détermination de la richesse des liquides alcooliques, tels que vins secs ou liquoreux, liqueurs de table, vernis et alcools purs ou additionnés de principes solubles. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur une nouvelle espèce minérale de la province de Lerida;* par M. X. Ducloux. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux.)

« J'ai donné le nom de *rivotite,* en hommage à la mémoire de feu M. Rivot, le savant et regretté professeur de Docimasie de l'École des Mines, à une espèce minérale qui se présente en petites masses irrégulières, disséminées dans un calcaire blanc jaunâtre, sur le versant occidental de la sierra del Cadi, dans la province de Lerida.

» Ce minéral est compacte; sa couleur varie du vert jaunâtre tendre au vert grisâtre foncé; la couleur de sa poussière est gris vert. Il est amorphe et d'aspect pierreux, complétement opaque et à cassure inégale. Sa dureté est comprise entre celles de l'arragonite et de la chaux fluatée. Assez fragile, le choc du marteau le brise en fragments à arêtes vives. Le poids spécifique, déterminé sur un assez grand nombre d'échantillons, a varié de 3, 55 à 3,62.

» En général, dans tous les échantillons d'un volume un peu considé-

rable, on reconnaît des mouches de cuivre carbonaté vert fibreux, que l'on trouve souvent aussi au contact du minéral avec le calcaire.

» Les caractères que la rivotite présente au chalumeau sont les suivants: un fragment moyen chauffé sur la pince de platine décrépite, mais un petit fragment se fond en colorant la flamme extérieure en vert. Chauffé seul sur le charbon à la flamme de réduction, le minéral fond en laissant apercevoir des globules métalliques, mais sans dégager d'odeur arsénicale ni de fumées antimoniales; le charbon ne se recouvre d'aucun enduit caractéristique.

» Chauffé dans le tube fermé, il devient noir et laisse dégager de l'acide carbonique et un peu d'eau hygrométrique neutre aux papiers réactifs.

» Chauffé dans un tube ouvert aux deux bouts, même réaction.

» Avec le carbonate de soude sur le charbon à la flamme de réduction, il se produit une masse opaque, qui sur la pièce d'argent n'offre pas la réaction du soufre.

» Sur le fil de platine, avec le borax ou le sel de phosphore, il se dissout avec effervescence, en produisant les réactions caractéristiques du cuivre dans les deux flammes.

» Un mélange de 100 milligrammes de la poudre du minéral, 100 milligrammes de carbonate de soude et 50 milligrammes de borax, fondu sur le charbon au feu de réduction, donne un grain métallique gris très-fragile. Maintenu en fusion dans la flamme oxydante, ce grain donne d'abondantes fumées d'antimoine et le charbon se recouvre de l'enduit caractéristique de ce métal; après une très-longue insufflation, il reste un bouton de cuivre rouge, bien malléable, du poids de 29 milligrammes. Ce bouton de cuivre, fondu avec 750 milligrammes de plomb pur et un peu de borax, donne un culot de plomb d'œuvre qui, par la coupellation, produit un grain d'argent pesant $1^{mg},1$ (1,1 pour 100).

» Traité par l'acide chlorhydrique à froid, le minéral donne un vif dégagement d'acide carbonique, mais ne se dissout qu'en partie.

(L'auteur cite ensuite une série d'opérations chimiques dont les résultats lui paraissent prouver que, dans la rivotite, l'antimoine se trouve à l'état d'acide antimonique.)

» L'analyse quantitative m'a donné les résultats suivants sur 1 gramme :

Oxyde de cuivre	0,3950
Acide carbonique	0,2100
Oxyde d'argent	0,0118
Acide antimonique	0,4200
Chaux	traces.
Total	1,0368

» La formule $Sb^2O^5 + 4 \left.\begin{matrix} Cu \\ Ag \end{matrix}\right\} O CO^2$ paraît représenter assez exactement cette composition.

» La seule espèce minérale à laquelle on puisse, je crois, dit l'auteur, comparer la rivotite, au point de vue de la composition, est la selbite; bien que, dans cette dernière, l'antimoine ait été indiqué à l'état d'oxyde, l'analogie n'en est pas moins frappante. »

PHYSIOLOGIE. — *Des conditions de la persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs sectionnés.* Note de MM. **Arloing** et **L. Tripier**, présentée par M. Cl. Bernard.

(Renvoi à la Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

« Dans un Mémoire présenté, il y a cinq ans, à l'Académie, nous avons démontré l'existence d'une sensibilité récurrente dans les nerfs cutanés ; en outre, nous avons établi expérimentalement que l'influence des nerfs sensitifs de la peau s'étend en dehors de leur zone de distribution anatomique ; enfin nous avons constaté que la persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs sectionnés et la persistance de la sensibilité dans la peau correspondante sont deux phénomènes connexes qui ne se présentent jamais l'un sans l'autre (*Comptes rendus,* 1868). C'est en nous plaçant dans les conditions toutes spéciales, dont on doit la détermination exacte à M. Cl. Bernard, que nous avons pu obtenir ces résultats ; mais il en est d'autres sur lesquelles l'attention n'a pas été attirée et que nous nous proposons de faire connaître ; elles nous ont permis de mettre en évidence des faits nouveaux et d'établir sûrement à quoi tient la persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs sectionnés.

» Dans son livre sur le système nerveux, à propos du facial (t. II, p. 26) M. Cl. Bernard s'exprime ainsi :

« J'ai toujours rencontré la sensibilité récurrente chez le Chien, en agissant dans les circonstances favorables indiquées dans le semestre dernier ; mais, chez certains animaux, tels que le Cheval et le Lapin, la sensibilité récurrente est quelquefois très-obscure et paraît même manquer... »

» En ce qui concerne le Cheval, M. Chauveau est encore plus affirmatif dans son Mémoire sur la moelle épinière (*Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux,* p. 361, 1861). Après avoir rappelé qu'il a fait un très-grand nombre de recherches sur la comparaison des phénomènes de sensibilité récurrente dans les différentes espèces animales

et qu'il est arrivé sur le Chien à constater la réalité des divers faits avancés par M. Cl. Bernard, ce physiologiste ajoute : « Mais il n'en a plus été de même quand je me suis adressé à d'autres animaux. C'est le Cheval qui m'a servi en premier lieu pour ces recherches. *Jamais* il ne m'a été possible de faire naître le moindre signe de sensibilité récurrente, et cela aussi bien pour le facial et le spinal que pour les racines antérieures ». Le premier de ces nerfs était sectionné à son passage sous la glande parotide et avant l'anastomose de ses différentes branches avec le nerf temporal superficiel ; le second était galvanisé dans le canal rachidien.

» Nous avons répété la section du facial et du spinal dans les mêmes conditions ; nous n'avons pas pu constater de sensibilité, et pourtant l'animal était toujours très-excitable. Dès lors, comment admettre qu'une propriété de tissu soit l'apanage exclusif d'une espèce ? Comment expliquer une semblable discordance dans les résultats ?

» S'agissait-il d'une anomalie ou d'une disposition des filets nerveux particulière au Cheval et au Lapin ? Cette question méritait d'être examinée avec un soin tout particulier ; c'est en nous plaçant à ce point de vue et en attendant le temps nécessaire pour la dégénération des tubes nerveux dont la continuité avec les centres trophiques avait été interrompue que nous avons pu établir cette première proposition : si, après la section du facial, au-dessous de la parotide chez les Solipèdes, on ne trouve pas habituellement de sensibilité dans le bout périphérique, c'est qu'à ce niveau le plus ordinairement il n'y a pas de tubes nerveux intacts, autrement dit de tubes ayant encore des relations avec les centres trophiques et perceptifs. En effet, dans tous les cas où la section du facial, chez le Cheval, avait porté sous la glande parotide, nous n'avons pu mettre sûrement en évidence la sensibilité du bout périphérique, et, à part une circonstance où nous trouvâmes deux fibres nerveuses intactes dans le bout périphérique, constamment tous les tubes nerveux nous ont paru dégénérés.

» Dans un cas où la section, au lieu d'être faite au-dessous de la parotide, avait porté un peu en avant sur le masséter, le pincement du bout périphérique révéla une sensibilité douteuse ; après un laps de temps convenable, nous trouvâmes quelques fibres intactes. Or nous pensâmes que ce double résultat était dû à ce que la section avait porté plus bas, ou, si l'on veut, dans un point plus rapproché de la périphérie.

» Pour vérifier si cette hypothèse était fondée, nous instituâmes l'expérience suivante : Sur une vieille Mule on mit à découvert la branche inférieure du facial un peu en arrière de la commissure labiale ; le nerf fut

sectionné et isolé absolument des tissus environnants dans l'étendue de 2 centimètres. Au bout de deux heures, on saisit avec précaution le fil, et l'on attire doucement à soi le bout périphérique du nerf; à chaque pincement l'animal retire vivement la tête et abaisse fortement la lèvre inférieure. A trois reprises différentes on constate le même résultat. Enfin, on resèque toute la partie excédante : toujours mêmes phénomènes. Il n'y avait plus de doute possible : c'est parce qu'on s'était rapproché de la périphérie que la sensibilité était aussi vive. L'animal fut conservé du 24 mars au 12 mai. A cette époque on le sacrifie et l'on enlève les bouts central et périphérique, que l'on met partie dans une solution d'acide osmique, partie dans une solution d'acide chromique. Or, dans le bout périphérique, on a trouvé dix à douze tubes nerveux intacts, les uns fins, les autres moyens, et dans le bout central un nombre à peu près égal, mais cependant moindre (huit certainement) de tubes semblables dégénérés.

» Cette expérience a été répétée deux autres fois (Cheval et Ane), et toujours avec les mêmes résultats; elle nous a permis de formuler cette seconde proposition : si, après la section du facial en avant de la parotide, chez les Solipèdes, on rencontre parfois une sensibilité douteuse dans le bout périphérique, c'est qu'alors on y trouve quelques tubes nerveux intacts, c'est-à-dire en relation avec les autres trophiques et perceptifs. Enfin, plus on se rapprochera de la périphérie et plus on sera sûr d'une part de mettre en évidence la sensibilité et d'autre part de trouver, toutes proportions gardées, un plus grand nombre de tubes nerveux intacts.

» Nous avons immédiatement cherché sur le spinal des Solipèdes s'il en en était de même, et nous sommes arrivés à des résultats identiques. Chez le Lapin, nous sommes arrivés à des résultats analogues; toutefois, cet animal étant généralement peu excitable, la sensibilité n'est jamais très-vive.

» Dès l'année 1868, nous avions cherché à mettre en évidence la sensibilité du bout périphérique du sus-orbitaire, du sous-orbitaire et du mentonnier. Nos premiers résultats furent, à quelques exceptions près, assez nets sur le Chien et le Chat, mais très-douteux sur les Solipèdes; de sorte que nous ne pouvions rien en conclure au point de vue du but que nous poursuivions (détermination de la persistance de la sensibilité et du retour des douleurs chez les malades atteints de névralgie de la face d'origine périphérique et névrotomisés). Cependant nous avions déjà trouvé une sensibilité des plus évidentes dans les nerfs collatéraux des doigts, et il est certain qu'à ce niveau les branches du médian, du radial et du cubital peuvent être considérées comme exclusivement sensitives. Dès que nous

eûmes trouvé la sensibilité du bout périphérique du facial dans les conditions indiquées ci-dessus, nous procédâmes de la même façon pour les branches du trijumeau, et nous pouvons dire aujourd'hui que la sensibilité du bout périphérique est très-manifeste sur les nerfs sus-orbitaire, sous-orbitaire et mentonnier du Chien. La sensibilité nous a paru douteuse chez le Cheval et le Lapin en ce qui concerne les branches sus et sous-orbitaires; mais elle nous a paru évidente sur le mentonnier des Solipèdes. Chose remarquable, chez tous ces animaux sans exception, nous avons rencontré des tubes sains (fins et moyens) dans le bout périphérique des rameaux, et des tubes dégénérés dans le bout central. Toutefois, ces tubes sont bien moins nombreux que dans le facial, ce qui explique la plus grande difficulté que l'on éprouve à les exciter de manière à produire une douleur suffisamment vive. En outre, nous avons constaté la présence de tubes dégénérés dans les filets sous-orbitaires du côté opposé (dans la section du sous-orbitaire), ce qui prouve que, si les branches périphériques de la cinquième paire peuvent recevoir des fibres récurrentes des branches voisines, elles en reçoivent à coup sûr des branches du côté opposé.

» Enfin, en ce qui concerne les nerfs des membres, nous avons pu, de la même façon, mettre en évidence la sensibilité des bouts périphériques des nerfs des membres chez les Solipèdes, résultat auquel il ne nous avait pas été possible d'arriver jusqu'ici. En dernier lieu, et ce point est très-important, nous expliquons aujourd'hui l'absence de sensibilité du bout périphérique des nerfs des membres supérieurs chez le Chien et le Chat, lorsque la section porte à la partie moyenne du bras. En effet on ne trouve pas de fibres intactes à ce niveau.

Résumé. — 1° Le facial et le spinal des Solipèdes et des Rongeurs possèdent la sensibilité récurrente aussi bien que ceux des Carnassiers.

» 2° Pour trouver plus facilement la sensibilité récurrente, il faudra se porter à la périphérie.

» 3° Le bout périphérique des branches du trijumeau est sensible; cette sensibilité est assez difficile à bien mettre en évidence, mais elle existe.

» 4° Le bout périphérique des nerfs des membres est également sensible; toutefois, la sensibilité peut disparaître lorqu'on remonte sur les troncs nerveux.

» 5° Dans tous les cas, la sensibilité du bout périphérique est due à la présence de tubes nerveux dont les relations avec les centres trophiques et perceptifs n'ont pas été interrompues par la section.

» 6° L'absence de ces tubes se lie à l'insensibilité du bout périphérique.

» 7° Ces tubes proviennent de la cinquième paire pour le facial, des nerfs voisins et à coup sûr des nerfs du côté opposé pour les nerfs sensitifs, des nerfs voisins et homologues pour les nerfs mixtes.

» 8° Ces tubes récurrents remontent plus ou moins haut dans le tronc du nerf auquel ils sont accolés; leur nombre diminue en allant de la périphérie vers le centre.

» 9° Le retour de ces fibres peut se faire avant la terminaison des nerfs, mais la terminaison est le lieu où il se produit de préférence.

» 10° Pour plusieurs raisons, nous pensons que la sensibilité du bout périphérique appartient à tous les nerfs, et que, pour nous en tenir aux Mammifères, elle doit exister chez tous les animaux de cette classe. »

M. A. Sabatier adresse, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale, ses « Études sur le cœur et la circulation centrale dans la série des Vertébrés ».

(Renvoi à la Commission.)

M. N. Gréhant adresse, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale, un Mémoire ayant pour titre : « Recherches sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone ».

(Renvoi à la Commission.)

M. J. Bonjean adresse, pour le Concours du prix de Médecine et Chirurgie, un résumé de ses travaux sur l'ergotine, en une brochure intitulée : « Emploi de l'ergotine sur les malades et les blessés de l'armée du Rhin, « comme hémostatique, cicatrisante et antiputride ».

L'auteur appelle en outre l'attention de l'Académie sur la grande réduction du chiffre de la mortalité chez les amputés, par suite de l'emploi à l'intérieur de l'ergotine qui « prévient la résorption purulente ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. Constantin adresse, pour le Concours des Arts insalubres, un Mémoire « sur l'élimination complète du plomb des vernis et glaçures à l'usage des poteries communes ».

(Renvoi à la Commission du Concours des Arts insalubres.)

M. Legrip adresse, pour le Concours du prix Barbier, un Mémoire intitulé « Diathéralyse ».

(Renvoi à la future Commission du prix Barbier.)

M. C. **Méhu** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon) ses « Études sur les liquides séreux normaux et pathologiques ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

Un auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le Concours du prix de Mécanique (fondation Montyon), la description et le dessin de trois instruments agricoles.

(Renvoi au Concours du prix de Mécanique, fondation Montyon.)

M. C. **Baum** adresse à l'Académie un Mémoire sur les prix de revient des transports par chemin de fer.

(Renvoi à la Commission des prix de Statistique.)

M. A. **Brachet** adresse un Mémoire sur une nouvelle application des moteurs hydrauliques souterrains et de la machine magnéto-électrique de Gramme à l'éclairage des grandes voies.

(Renvoi à la Commission du Concours Trémont.)

M. H. **Gravier** adresse une Note sur un moyen de combattre les ravages de l'oïdium et du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Lehmann** adresse, de Düsseldorf, un Mémoire imprimé en allemand « Sur les lois de l'individualité des planètes de notre système solaire ».

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un projet relatif à l'aérostation, de M. *Caillos*, qui avait été adressé par l'auteur à M. le Ministre de l'Intérieur.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. L. **Fuchs** adresse une Note sur un mode de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. Ollier, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, dans la séance du 18 mai 1874, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'addition des fonctions elliptiques;* par M. E. Catalan.

« I. Pour intégrer l'équation

$$(1)\qquad \frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)} = 0,$$

on emploie, en général, des méthodes longues ou compliquées (*). En voici une qui est exempte de ces deux défauts.

» Après avoir mis l'équation (1) sous la forme

$$(2)\qquad \Delta(y)\,dx + \Delta(x)\,dy = 0,$$

j'observe que, pour rendre le premier terme intégrable, on peut le multiplier par $\frac{1}{\cos^2 x}$, ou encore par $\frac{1}{\cos^2 x[1+\tan g^2 x\,\Delta(y)^2]}$. En effet,

$$(3)\qquad \int \frac{\frac{\Delta(y)\,dx}{\cos^2 x}}{1+\tan g^2 x\,\Delta(y)^2} = \operatorname{arc\,tang}[\operatorname{tang} x\,(\Delta y)].$$

Or

$$\cos^2 x[1+\operatorname{tang}^2 x\,\Delta(y)^2] = 1 - c^2 \sin^2 x \sin^2 y = \cos^2 y[1+\operatorname{tang}^2 y\,\Delta(x)^2].$$

Nous pouvons donc prendre, au lieu de l'équation (2),

$$(4)\qquad \frac{\Delta(y)\,dx}{\cos^2 x[1+\operatorname{tang}^2 x\,\Delta(y)^2]} = \frac{\Delta(x)\,dy}{\cos^2 y[1+\operatorname{tang}^2 y\,\Delta(x)^2]}.$$

» Soient maintenant, d'après la formule (3),

$$(5)\qquad \operatorname{tang}\alpha = \operatorname{tang} x\,\Delta(y),\quad \operatorname{tang}\beta = \operatorname{tang} y\,\Delta(x);$$

(*) La démonstration que j'ai donnée en 1869, dans les *Bulletins de l'Académie de Belgique*, est fort simple, mais elle exige plusieurs transformations.

et, par conséquent,

$$(6)\quad \begin{cases} d\alpha = \dfrac{\Delta(y)\,dx}{1 - c^2\sin^2 x\sin^2 y} - c^2\dfrac{\sin x\cos x\sin y\cos y\,dy}{(1 - c^2\sin^2 x\cos^2 y)\,\Delta(y)}, \\ d\beta = \dfrac{\Delta(x)\,dy}{1 - c^2\sin^2 x\sin^2 y} - c^2\dfrac{\sin x\cos x\sin y\cos y\,dx}{(1 - c^2\sin^2 x\sin^2 y)\,\Delta(x)}; \end{cases}$$

puis, en vertu de la proposée,

$$(7)\qquad d\alpha + d\beta = 0.$$

L'intégrale cherchée est donc $\alpha + \beta = \text{const.}$, ou $\text{tang}(\alpha + \beta) = \text{const.}$, ou enfin

$$\text{tang}\,\mu = \frac{\sin x\cos y\,\Delta(y) + \sin y\cos x\,\Delta(x)}{\cos x\cos y - \sin x\sin y\,\Delta(x)\,\Delta(y)},$$

résultat connu (*).

» II. D'après les valeurs (6), on a

$$d(\alpha + \beta) = d\mu = \left[\frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)}\right]\frac{\Delta(x)\,\Delta(y) - c^2\sin x\sin y\cos x\cos y}{1 - c^2\sin^2 x\sin^2 y}.$$

Ainsi, *pour transformer le premier membre de la proposée en une différentielle exacte, il a suffi de le multiplier par*

$$\lambda = \frac{\Delta(x)\,\Delta(y) - c^2\sin x\sin y\cos x\cos y}{1 - c^2\sin^2 x\sin^2 y} = \Delta(\mu)\ (^{**}).$$

Conséquemment, $\left[\dfrac{dx}{\Delta(x)} + \dfrac{dy}{\Delta(y)}\right]\varphi(\lambda)$ *est aussi une différentielle exacte*, la

---

(*) Après avoir démontré cette formule, Legendre ajoute : « Si l'on prenait deux angles » auxiliaires α, β, tels que

$$\text{tang}\,\alpha = \text{tang}\,x\,\Delta(y),\quad \text{tang}\,\beta = \text{tang}\,y\,\Delta(x),$$

» il en résulterait

$$\mu = \alpha + \beta,$$

» ce qui est un moyen de calculer aisément μ par les Tables de sinus. » Comment l'illustre auteur du *Traité des Fonctions elliptiques* ne s'est-il pas aperçu que ces variables α, β réduisent l'équation (1) à la forme (6)?

Un mot encore. Dans le *triangle sphérique de Lagrange*, α, β sont les segments déterminés, sur le côté μ, par la hauteur correspondante. Ce triangle sphérique donne donc, de la manière la plus simple, toute la *théorie de l'addition des fonctions de première espèce*.

(**) En effet,

$$\frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)} = \frac{d\mu}{\Delta(\mu)}.$$

fonction φ étant arbitraire; et, *si*

$$\left[\frac{dx}{\Delta(x)}+\frac{dy}{\Delta(y)}\right]\varphi(\lambda)=d\mathrm{V},$$

on peut adopter, comme intégrale de l'équation (1),

$$\mathrm{V}=\text{const.}$$

» Soit, par exemple, $\varphi(\lambda)=\frac{1}{\lambda}$; alors

$$d\mathrm{V}=\frac{d\mu}{\Delta(\mu)}\,\frac{1}{\Delta(\mu)}=\frac{d\mu}{1-c^2\sin^2\mu}=\frac{d\mu}{\cos^2\mu+b^2\sin^2\mu};$$

puis

$$\mathrm{V}=\frac{1}{b}\operatorname{arc\,tang}(b\operatorname{tang}\mu)=\text{const.},$$

solution évidente.

» Si l'on prend $\varphi(\lambda)=\lambda^2\Delta(\mu)^2$, on a

$$d\mathrm{V}=\left[\frac{dx}{\Delta(x)}+\frac{dy}{\Delta(y)}\right]\left[\frac{\Delta(x)\,\Delta(y)-c^2\sin x\cos x\sin y\cos y}{1-c^2\sin^2x\sin^2y}\right]^2=\Delta(\mu)\,d\mu=d\mathrm{E}(\mu);$$

mais (*)

$$d\mathrm{E}(\mu)=dx\,\Delta(x)+dy\,\Delta(y)-c^2d(\sin x\sin y\sin\mu);$$

donc *la quantité*

$$\left[\frac{dx}{\Delta(x)}+\frac{dy}{\Delta(y)}\right]\left[\frac{\Delta(x)\,\Delta(y)-c^2\sin x\cos x\sin y\cos y}{1-c^2\sin^2x\sin^2y}\right]^2$$

est une différentielle exacte, identiquement égale à

$$dx\,\Delta(x)+dy\,\Delta(y)-c^2d\left[\sin x\cos x\,\frac{\sin x\cos y\,\Delta(y)+\sin y\cos x\,\Delta(x)}{1-c^2\sin^2x\sin^2y}\right].\ »$$

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Réponse de M. l'abbé* **Aoust** *aux observations de M.* Serret.

« Je remercie l'Académie de ce qu'elle a bien voulu déroger à ses règlements en faisant insérer dans les *Comptes rendus* ma Note *Sur les intégrales des courbes qui ont une même surface polaire*. Cette insertion permettra aux géomètres d'apprécier la justesse des observations que j'ai l'honneur d'adresser en réponse à celles que M. Serret a faites sur ma Note. Cet éminent analyste s'est occupé avant moi, plusieurs fois, de la même question. Je connaissais, avant d'écrire ma Note, ses belles recherches *Sur les for-*

(*) *Fonctions elliptiques*, t. I, p. 43.

mules des courbes planes : je ne connaissais aucune des solutions qu'il a données de la question dont il s'agit; mais, les eussé-je connues, je n'en aurais pas moins présenté à l'Académie la Note qui vient d'être publiée, et en voici les raisons. M. Serret a abordé la question à trois époques différentes : en 1852, 1855 et 1868. A la première époque, c'est bien la même question que j'ai posée moi-même, quoique en des termes différents : « *Trouver la courbe dont les centres des sphères osculatrices sont sur une courbe donnée* » (*Journal de Liouville*, t. XVIII, p. 31). M. Serret ne résout pas complétement la question à cause de l'équation différentielle (7) (*Ibid.*, p. 32) qu'il n'intègre pas, parce que l'intégrabilité de cette équation reste voilée sous la forme qu'il lui a donnée, et par suite de quantités qu'il faudrait éliminer. A la deuxième époque, c'est une question voisine de la précédente : « *Trouver les trajectoires orthogonales d'un plan mobile* ». Cette question est complétement résolue et d'une manière très-élégante; sa solution est, à mes yeux, un modèle d'analyse. Or, cette question, qui revient foncièrement à la précédente, en est pourtant distincte, parce que les éléments de la courbe donnée dans la première question restent cachés dans la seconde: aussi l'auteur a employé une analyse distincte. Ces deux questions sont telles que la solution directe de l'une n'est que la solution indirecte de l'autre. Enfin, à la dernière époque, il a publié, dans son *Calcul différentiel*, p. 433, une solution de la question directe, mais par une analyse distincte de celle qu'il avait d'abord employée. Par cette analyse, l'intégration de l'équation (7) se trouve éludée, ce qui justifie la place que l'auteur donne à cette solution dans le *Calcul différentiel*.

» La Note que je viens de présenter à l'Académie donne deux solutions directes du premier problème posé par M. Serret.

» La première solution est fondée sur la même analyse; seulement mon équation résolvante (3) (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1291), est une équation nouvelle; et, si elle n'est pas nouvelle, c'est une équation dont on ne s'est pas servi, qui a la forme intégrable et qui conduit immédiatement aux expressions explicites des coordonnées de la courbe. Dans la composition, elle est simple et ne contient que deux éléments : l'un, le rayon de courbure de la courbe donnée; l'autre, le rayon de courbure de la courbe cherchée.

» La seconde solution que je donne est fondée sur la *Méthode des roulettes*, en tant qu'une courbe non plane roule sur une autre courbe non plane, de telle sorte qu'à chaque instant leurs plans osculateurs coïncident. Cette méthode, que j'ai exposée dans un Mémoire spécial, dont un résumé a été publié dans les *Comptes rendus* (t. LXX, p. 978), est un méthode déli-

cate à cause des deux rotations qui s'introduisent, mais elle donne des formules simples, qui, sans intégration d'aucune équation différentielle, donnent les coordonnées de la courbe cherchée, sous forme explicite.

» Dans la méthode suivie par M. Serret dans son *Calcul différentiel*, méthode qui ne laisse rien à désirer sous le rapport de la simplicité, la question est traitée à un autre point de vue; les mots de roulette et de roulement ne sont pas même prononcés; l'auteur, systématiquement sobre d'explications géométriques, conduit le lecteur au but sans presque qu'il s'en doute, sans même lui avoir dit que la courbe auxiliaire, tracée sur le plan des XY, est égale à l'arête de rebroussement développée sur ce plan; de sorte que tout géomètre qui lira cette belle analyse pourra la traduire géométriquement de diverses manières, sans avoir recours à la méthode des roulettes.

» En résumé, la Note que j'ai présentée à l'Académie me paraît mériter d'être connue des géomètres : 1° parce que la solution analytique du problème posé repose sur une équation résolvante nouvelle, ou du moins dont on n'a pas fait usage, qui donne, sous forme explicite, les coordonnées des courbes cherchées; 2° parce que la solution géométrique du même problème est encore nouvelle, et une application facile de la *Méthode des roulettes* donnant aussi, comme la méthode précédente, les coordonnées des courbes cherchées sous forme explicite, mais sans qu'il soit besoin d'intégrer aucune équation différentielle. »

M. l'abbé **Aoust** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : « Des roulettes en général ».

PHYSIQUE. — *Du mouvement de l'air dans les tuyaux.* Troisième Note de M. **Ch. Bontemps**, présentée par M. Desains.

« Pour aborder par l'expérience l'étude du mouvement de l'air dans les tuyaux, il importe d'établir une distinction fondamentale.

» La loi d'Ohm serait pour nous la loi *élémentaire*, c'est-à-dire celle qui conviendrait à des conduites *imperméables à la chaleur* (hypothèse analogue à celle de l'isolement des conducteurs électriques).

» Le cas de l'observation correspondrait à la propagation de la chaleur ou de l'électricité dans une conduite douée d'un certain rayonnement.

» Pour une première étude, on peut négliger la *perturbation* et s'attacher au caractère fondamental qui résulte de l'apparence du phénomène.

» La loi d'Ohm, ainsi appliquée au courant d'air, exprime que l'intensité I (quantité en poids débitée par seconde) peut être représentée par $\frac{dy}{dx}$, rapport de la variation de pression ou de température entre deux points, à leur distance (*).

» Voici une expérience qui établit une dépendance étroite entre l'intensité I et la valeur dy, quand on suppose que l'on considère une même valeur de dx, c'est-à-dire qu'on mesure la différence de pression entre deux points fixes de la conduite.

» Un réservoir de 12 mètres cubes de capacité, rempli d'air à une pression de H_1 centimètres de mercure au-dessus de la pression atmosphérique, débite à travers une conduite de $0^m,01$ de diamètre et d'une longueur de 5 mètres qui débouche dans l'atmosphère.

» Un manomètre différentiel est placé sur la conduite entre deux points distants de $0^m,10$. Un robinet pouvant étrangler plus ou moins la section est disposé en avant du manomètre.

» Supposons le robinet réduisant, par exemple, la section à la moitié de sa valeur, et l'écoulement se produisant sous la charge H_1, avec la résistance R_1 (longueur de la conduite, plus la valeur de l'étranglement), le débit I_1 qui en résultera est supposé évalué par un compteur placé à l'extrémité de la conduite.

» La formule d'Ohm nous donne

$$I_1 = \frac{H_1}{R_1};$$

en même temps, nous lisons pendant l'écoulement, sur le manomètre différentiel (tant que H_1 ne change pas sensiblement), une différence constante h_1 correspondant à la distance l_1 des deux points. On a aussi

$$I_1 = \frac{h_1}{l_1}.$$

» Cela posé, nous avons deux manières de faire varier I_1, nous pouvons agir sur H_1 ou sur R_1.

» Si nous diminuons H_1 seul, en prenant $H_2 = \frac{3}{4}H_1$, nous aurons une valeur I_2 moindre que I_1 : $I_2 = \frac{H_2}{R}$.

(*) L'observation indique que la perte de charge est *sensiblement* uniforme; nous établirons ultérieurement que, dans le cas général, la perte de charge varie comme l'inclinaison de la tangente à une *chaînette*, remplaçant la ligne droite de la loi élémentaire.

» Pour que le débit reprenne la valeur I, il faut agir sur la résistance en la diminuant dans le rapport 1 : 3 : 4, de telle sorte que l'on réalise $I_1 = \frac{H_2}{R_2}$ avec $R_2 = \frac{3}{4} R_1$.

» L'étranglement variable du robinet nous permet d'atteindre ce résultat en élargissant la section. Sous cette forme, il n'est pas aisé cependant, de vérifier que, lorsque le compteur a fait retrouver le débit I_1, la résistance nouvelle R_2 satisfait à la relation $R_2 = \frac{3}{4} R_1$.

» Mais le manomètre différentiel va fournir le complément de l'indication. Si nous suivons la marche de l'instrument, après que la pression initiale est tombée de H_1 à H_2, nous observons une dénivellation h_2; d'autre part, si nous manœuvrons le robinet pendant l'observation du débit, sous le régime H_2, *nous voyons que le compteur indique précisément le débit* I *quand la hauteur* h_2 *est revenue à la valeur* h_1.

» Cette expérience nous semble établir d'une façon certaine la relation $I = \frac{dy}{dx}$.

» Pour fournir la contre-épreuve, il reste à évaluer en longueur du tube type les valeurs R_1 et R_2, qui comprennent, outre la portion fixe de la conduite, les longueurs correspondant aux deux étranglements successifs du robinet. Nous traiterons ce point dans une prochaine Communication.

» Nous ajouterons aujourd'hui quelques détails concernant l'expérience.

» Dans la réalité, le compteur n'est pas mis à l'extrémité de la conduite; pour opérer sur une échelle de variation plus étendue et réaliser la précision avec des instruments sensibles, on ne mesure pas directement I_1, mais une fraction $\frac{I_1}{n}$, en bifurquant le courant à sa sortie, de telle sorte que la branche sur laquelle est le compteur ne reçoive qu'une fraction, toujours la même, du courant total. Cela ne change rien aux déductions précédentes : la loi des courants dérivés (partage des courants en raison inverse des résistances), qui est la conséquence de la loi d'Ohm, permet de composer la résistance des deux dérivations en une valeur résultante. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'urée sulfurée et du bisulfure de carbone sur l'urée argentique.* Note de M. J. **Ponomareff**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Une Note récente de MM. Oppenheim et Pfaff (1) sur les transformations de quelques combinaisons mercuriques des amides m'engage à publier les résultats que j'ai obtenus en étudiant l'action de l'urée sulfurée et du bisulfure de carbone sur l'urée argentique.

» On sait que M. Mulder (2) a démontré que l'urée argentique est de l'urée dans laquelle deux atomes d'hydrogène sont remplacés par deux atomes d'argent et que sa formule de structure est

$$CO \begin{cases} AzH, Ag, \\ AzH, Ag. \end{cases}$$

» En me fondant sur l'affinité du soufre pour l'argent, j'ai pensé que l'urée sulfurée ou le bisulfure de carbone pourrait donner lieu avec l'urée argentique à des réactions dont voici les équations :

$$CO, Az^2H^2Ag^2 + CSAz^2H^4 = Ag^2S + CO(Az^2H^2)C, AzH + AzH^3,$$

et

$$CO, Az^2H^2Ag^2 + CS^2 = Ag^2S + CO(Az^2H^2)CS,$$

c'est-à-dire qu'il se formerait dans le premier cas un sel ammoniacal de l'acide amidodicyanique (ou son isomère), et dans le second l'acide dicyanique sulfuré.

» Les expériences n'ont pas confirmé mes suppositions; les réactions sont passées d'une manière différente.

» *Expériences avec l'urée sulfurée.* — L'urée argentique réagit sur l'urée sulfurée en solution aqueuse presque instantanément, avec formation de sulfure d'argent. La solution filtrée a donné par l'évaporation des cristaux prismatiques ressemblant beaucoup à ceux de l'urée, mais qui n'étaient pas homogènes; leur solution aqueuse donnait un précipité jaune avec le nitrate d'argent ammoniacal. Après avoir été lavés à l'éther absolu et recristallisés dans l'alcool, ces cristaux ne donnaient plus de précipité par le nitrate d'argent. Leur point de fusion était à 130 degrés, leur goût ressemblait à celui du salpêtre; ils formaient avec l'acide nitrique et l'acide

(1) *Berichte d. D. Chem. Gesellschaft*, t. VII, p. 623.
(2) *Berichte d. D. Chem. Gesellschaft*, t. VI, p. 1019.

oxalique des cristaux peu solubles; avec le chlorure de mercure en présence de la potasse, ils donnaient un précipité blanc. Ces propriétés sont celles de l'urée.

» La solution éthérée a donné, après évaporation, des cristaux de cyanamide hygroscopiques, fusibles à 40 degrés; leur solution aqueuse a donné avec l'azotate d'argent un précipité jaune de cyanamide argentique, qui augmente par l'addition d'ammoniaque. Ce précipité analysé a donné les nombres suivants :

» 0,159 de matière ont donné 0,1335 d'argent, c'est-à-dire 83,9 pour 100. La formule CAz^2Ag^2 exige 84,3 pour 100.

» Je n'ai pas remarqué qu'il y eût formation de dicyanamide : donc la réaction entre l'urée sulfurée et l'urée argentique peut être représentée par l'équation suivante :

$$COAz^2H^2Ag^2 + CSAz^2H^4 = Ag^2S + COAz^2H^4 + CAz^2H^2.$$

» Je dois remarquer que l'urée argentique humide, récemment préparée, réagit autrement; il se forme un produit peu soluble dans l'eau. Je n'ai pas encore étudié la nature de ce produit.

» *Expériences avec le bisulfure de carbone.* — En traitant par du bisulfure de carbone la poudre blanche d'urée argentique, tenue en suspension dans de l'eau, et en agitant continuellement, on obtient un précipité de sulfure d'argent qui augmente peu à peu. La réaction terminée, on filtre et on laisse évaporer. Pendant l'évaporation, on a pu constater l'odeur caractéristique, non désagréable, de l'oxysulfure de carbone, en même temps que celle du sulfure de carbone employé en excès. Les cristaux obtenus par l'évaporation étaient de l'urée (même point de fusion, même réactions avec l'acide azotique, l'acide oxalique et le sublimé corrosif, en présence de la potasse caustique).

» J'ai pensé d'abord que le produit que je cherchais était décomposé par l'eau pendant l'évaporation : aussi ai-je répété l'expérience en prenant une solution alcoolique et en évitant l'évaporation à température élevée. Le résultat fut le même, mais la réaction fut plus lente que lorsque j'avais employé une solution aqueuse.

» D'après cette dernière expérience, il était difficile d'admettre que le produit cherché est décomposable par l'eau. On aurait pu seulement supposer que, comme dans l'expérience avec l'urée sulfurée, il se formerait ici de la cyanamide; mais que cette dernière, sous l'influence d'une petite quantité d'eau contenue dans l'alcool et en présence de l'oxysulfure de carbone se convertirait en urée.

» Pour éclaircir ce point, j'ai opéré dans une solution d'éther absolu, et je fus étonné de voir que, bien que j'eusse soin d'agiter continuellement et longtemps, il ne se produisait aucune altération de l'urée argentique; mais, lorsque j'eus ajouté de l'eau, il y eut une légère formation de sulfure d'argent, qui continua à se former tant que l'eau fut en quantité suffisante.

» Les résultats des réactions sont de l'urée et de l'oxysulfure de carbone, comme précédemment.

» Pour démontrer la formation de l'oxysulfure de carbone, j'ai employé le procédé de M. Berthelot (1). Le contenu du ballon, dans lequel se formait la réaction, fut chauffé légèrement, et je fis passer l'oxysulfure de carbone avec les vapeurs de bisulfure de carbone dans un autre ballon, qui avait été rempli préalablement de gaz ammoniac sec. Le liquide distillé se troubla, et au bout de peu de temps il se forma des cristaux de carbonate oxysulfuré.

» Le sulfure de carbone ne formait pas de cristaux avec le gaz ammoniac dans le même espace de temps.

» La réaction peut être exprimée par l'équation suivante :

$$\mathrm{CO\,Az^2H^2Ag^2 + CS^2 + H^2O = Ag^2S + COS + CO\,Az^2H^2}.$$

» Un fait important à noter est que la réaction se passe uniquement en présence de l'eau; il est donc impossible de supposer la formation d'un produit intermédiaire décomposable par l'eau.

» J'ai essayé aussi de chauffer jusqu'à 100 degrés pendant six heures du bisulfure de carbone et de l'urée argentique dans un tube scellé. Il y eut à peine une réaction sensible. La masse noircit légèrement; mais la plus grande partie de l'urée argentique resta inaltérée et soluble dans l'ammoniaque; il ne se forma qu'une quantité insignifiante d'urée, qui doit être attribuée à ce que les substances employées n'étaient pas absolument sèches, ou que l'urée argentique était un peu décomposée.

» Les expériences ont été faites au laboratoire de M. Schutzenberger, à la Sorbonne. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la germination.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **Ed. Landrin**, présentée par M. Decaisne.

« Quand, sous une cloche retournée sur le mercure, on introduit un volume déterminé d'air atmosphérique, un gramme de graines (blé, colza,

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. IX, p. 6; 1868.

cresson, lin, orge), puis une quantité d'eau suffisante pour les mouiller, on observe, après quelques jours, une diminution de volume de plusieurs centimètres cubes, qui atteint habituellement, toutes corrections faites, environ le dixième du volume total du gaz en expérience.

» Si l'on met fin à l'observation deux ou trois jours seulement après qu'elle a commencé, on trouve parfois que le volume du gaz a diminué sans qu'il soit encore apparu d'acide carbonique; plus habituellement cependant, dès le troisième jour, l'atmosphère confinée renferme une faible quantité d'acide carbonique dont le dégagement n'a pu compenser la perte de gaz par occlusion, qui a lieu rapidement quand les enveloppes de la graine sont ramollies par l'eau.

» L'analyse indique que la perte de gaz porte sur l'azote comme sur l'oxygène ; cependant le gaz restant est plus riche en azote que l'air atmosphérique, l'oxygène ayant pénétré dans la graine en plus grande proportion que l'azote. Quand on substitue à l'air atmosphérique de l'azote pur, de l'hydrogène, ou un mélange d'oxygène et d'hydrogène, on observe encore, pendant les premiers jours de l'expérience, une diminution de volume qui indique que la graine possède la propriété de condenser les gaz à la façon des corps poreux.

» Si, au lieu de laisser seulement les graines en contact avec un volume de gaz limité, pendant quelques jours, on prolonge l'expérience, qu'on lui donne une durée de deux ou trois semaines, les phénomènes changent complétement; au lieu de diminuer, le volume du gaz augmente considérablement : A l'analyse, on reconnaît que tout l'oxygène a disparu, qu'il s'est dégagé une quantité d'acide carbonique bien supérieure à celle qu'aurait pu donner tout l'oxygène contenu dans l'atmosphère primitive; qu'il est souvent apparu de l'hydrogène et même du firmène si l'expérience a lieu pendant les chaleurs de l'été; qu'enfin le volume de l'azote a lui-même augmenté.

» Dans une atmosphère lentement dépouillée d'oxygène, les graines germées paraissent donc être le siége d'une combustion interne, analogue à celle qui se produit dans la fermentation alcoolique où de l'acide carbonique est formé aux dépens même de la matière organique. On n'a jamais constaté la présence de l'hydrogène libre qu'après la disparition complète de l'oxygène; il nous semble donc être plutôt un produit de décomposition qu'un gaz émis pendant une germination régulière; quant à l'azote qui apparaît également à l'état libre, il reste à rechercher son origine.

» Les physiologistes, qui ont déterminé la composition des graines normales et des graines germées en dosant l'azote au moyen de la chaux sodée, ont reconnu que pendant la germination la graine ne perd pas d'azote combiné; il y a tranformation des albuminoïdes en asparagine, mais la graine germée renferme autant d'azote que la graine normale, de telle sorte que les dégagements d'azote que nous avons obtenus paraissaient en contradiction avec les expériences de nos devanciers. Certainement on peut croire que, dans les expériences de longue durée, où les graines ont séjourné dans des atmosphères dépouillées d'oxygène pendant plusieurs semaines, elles se sont décomposées, et que le gaz azote, trouvé en excès, provient de l'altération des composés albuminoïdes. Il est probable, en effet, que telle est parfois son origine; cependant ce n'est pas seulement dans les atmosphères privées d'oxygène qu'on observe le dégagement d'azote; de plus, l'irrégularité de son apparition donna plutôt l'idée que la présence de ce gaz est accidentelle, et nous nous décidâmes bientôt à rechercher si les graines employées dans nos expériences ne renfermaient pas habituellement une petite quantité d'azote libre, ce qui était facile, en comparant les nombres obtenus en cherchant l'azote combiné à l'aide de la chaux sodée et l'azote total par combustion dans un tube à oxyde de cuivre.

» Nous donnons (1) dans le Mémoire que nous résumons ici tout le détail des analyses; elles nous ont conduit à reconnaître que les graines d'orge, de lin, de froment renfermaient une petite quantité d'azote libre qui nous dévoile l'origine de l'azote dégagé quand les graines ont séjourné pendant longtemps dans une atmosphère confinée. Toutes les graines cependant ne renferment pas d'azote libre : c'est ainsi que le cresson alénois nous a donné exactement le même chiffre, que nous recherchions l'azote par la chaux sodée ou par combustion dans l'oxyde de cuivre; mais il est à remarquer aussi qu'habituellement on ne trouve, dans l'atmosphère où il a séjourné, que de très-faibles excès d'azote.

» Il resterait à déterminer à quel moment a pu avoir lieu cette pénétration d'azote dans des graines qui n'ont pas été mouillées; nous reviendrons prochainement sur ce sujet; mais le point qu'il importait d'établir à l'aide des dosages précédents était le fait même de la condensation des gaz dans les graines. Or cette condensation nous est démontrée : 1° par l'existence d'une petite quantité d'azote libre dans les graines; 2° par le dégagement de ce gaz dans les expériences de longue durée; 3° surtout par la diminu-

---

(1) En composition aux *Annales des Sciences naturelles*, *Botanique*, t. XIX, p. 358.

tion de volume qui se produit dans une atmosphère confinée pendant la première période de la germination.

» Or cette condensation rapide, dans une graine de dix à quinze fois son volume de gaz, ne peut avoir lieu sans que le gaz perde de la chaleur latente, et c'est précisément cette chaleur qui élève la température de l'oxygène occlus à un degré suffisant pour que le phénomène d'oxydation commence; dès lors l'ébranlement est donné à toute la masse, la chaleur dégagée par la combustion favorise une action nouvelle que le dégagement d'acide carbonique rend manifeste; le point de départ, la cause même de l'oxydation qui éveille la vie latente de la graine est donc pour nous la pénétration rapide des gaz au travers des tissus rendus perméables par l'action de l'eau.

» Quelques-unes des expériences exposées dans notre Mémoire nous ont permis de reconnaître, après Th. de Saussure, qu'aucun gaz n'est aussi nuisible à la germination que l'acide carbonique : des graines maintenues dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène y germent comme dans l'air atmosphérique; mais il suffit d'introduire dans de l'oxygène quelques centièmes d'acide carbonique pour voir la germination s'arrêter presque aussitôt que les radicelles ont apparu; et si la quantité d'acide carbonique est notable, les graines pourrissent sans germer; des expériences en voie d'exécution au laboratoire de culture du Muséum d'Histoire naturelle permettront peut-être de préciser à quelles causes il faut attribuer l'influence défavorable qu'exerce l'acide carbonique sur la germination. »

MÉDECINE. — *De l'ammoniaque et du phénate d'ammoniaque dans le traitement du choléra et des maladies à ferments, à propos des piqûres de serpents;* par M. le Dr **Déclat**.

« L'injection de l'eau ammoniacale dans les veines pour combattre les morsures des serpents les plus venimeux a été faite depuis déjà assez longtemps en Amérique, et surtout en Australie. La plupart de ces injections ont donné lieu à des succès inespérés, mais presque toutes ont été suivies de gangrènes partielles, plus ou moins graves, qui démontrent le danger d'employer l'ammoniaque seule.

» Le Dr Halford a publié, en janvier 1870, dans le *Pacific and surgical Journal*, dix observations d'injections ammoniacales faites avec succès par différents confrères et par lui-même.

» Le *Courrier médical* du 12 février 1870 reproduit le résumé de ces ob-

servations. Il est donc démontré que, faite dans certaines conditions, l'injection d'eau ammoniacale peut guérir la morsure des serpents venimeux.

» Près d'une année avant la Communication de ces faits, j'avais déposé à l'Institut, le 31 mai 1869, un pli cacheté dont l'Académie des Sciences a autorisé l'ouverture dans sa séance du 27 septembre 1873, pli dans lequel j'indiquais l'emploi du *phénate d'ammoniaque* en injections sous-cutanées, et même, au besoin, en *injections dans les veines*, pour obtenir la guérison dans le sang-de-rate, chez le mouton, et, par analogie, pour celle du choléra et des maladies à ferments. J'ai notamment cité le cas d'un mouton ressuscité, presque *in extremis*, à la suite d'une injection de phénate d'ammoniaque dans les veines, ce qui m'autorisait dès lors à dire, dans mon second pli cacheté d'août 1870, et plus tard, en 1873, à mes confrères de Venise (1) :

« Si la cyanose est avancée ou si le traitement reste inefficace, on devra injecter, *dans une veine du bras*, de vingt à quatre-vingts gouttes, et plus s'il en est besoin, de la solution aqueuse à 1 pour 100 de phénate d'ammoniaque, mais *goutte à goutte*, en attendant que le double effet liquéfiant et antifermentescible ait produit la résurrection du cholérique. »

» Aucune de ces injections n'a été suivie de gangrène, ni aucune de celles que j'ai faites depuis (au nombre de plus de mille). L'association de l'ammoniaque et de l'acide phénique, alors que ces deux corps sont parfaitement purs et secs, conserve : 1° l'action liquéfiante de l'ammoniaque, et par conséquent facilite le rétablissement de la circulation dans tous les cas de cyanose et de congestion locale dite *inflammation*, c'est-à-dire fermentation des maladies aiguës (choléra, fièvre typhoïde, scarlatine, rougeole, variole, bronchite aiguë, fièvre pernicieuse, etc.); 2° conserve également l'action anti-fermentative de l'acide phénique.

» Cependant, dans les expériences qui viennent d'être faites à Venise, dans les cinq cas de choléra algide dont j'ai déjà entretenu l'Académie des Sciences, l'une des malades, qui a été guérie, a eu plusieurs points ulcérés, gangreneux, à l'endroit de certaines piqûres; mais comme toutes les piqûres n'ont pas été suivies d'ulcérations, il est assez difficile de pouvoir dire si ces gangrènes locales ont été occasionnées par l'excès de concentration de la liqueur injectée, ou par l'action mortifiante du médicament dans le derme; car toutes les fois qu'une injection, même d'eau phéniquée, très-légère, est faite dans l'épaisseur du derme, il y a presque toujours une portion mortifiée de la largeur et de la forme d'une lentille ; cela tient à ce que l'opéra-

(1) *Giornale veneto di Scienze mediche*, t. XIX, sér. III.

teur n'a pas assez enfoncé l'aiguille et n'a pas fait l'injection dans un tissu lâche, comme le tissu conjonctif. Les injections faites à Venise l'ont été avec une préparation au phénate d'ammoniaque titré à 4 pour 100. Je pense, comme je l'ai déjà dit dans une Note précédente, qu'il ne faut pas dépasser le titre de 2 à 2 $\frac{1}{2}$ pour 100.

» Lorsque la circulation est très-ralentie, l'absorption n'a pas lieu, surtout si le tissu dans lequel est faite l'injection se trouve *tanné* par l'action caustique du liquide. C'est ce qui est arrivé à Venise; car M. le Dr Minich, président de l'Association médicale vénitienne, et M. le Dr da Vanezia, chargé des cholériques, m'ont dit dernièrement, dans une visite que j'ai eu l'honneur de leur faire, qu'à l'autopsie des trois cas d'insuccès ils avaient retrouvé dans le tissu cellulaire du ventre le liquide de l'injection telle qu'ils l'avaient faite : il n'est donc pas étonnant que les malades n'en aient éprouvé aucun effet. Aussi est-il bien convenu avec ces confrères que, si le choléra reparaît à Venise, ils procéderont aux injections sous-cutanées de phénate d'ammoniaque dès le début de la cyanose, et qu'en cas d'algidité complète, au moment de l'entrée du sujet à l'hôpital, ils recourront aux injections de phénate d'ammoniaque dans les veines.

» *Conclusion*. — L'ammoniaque et la plupart des sels d'ammoniaque joignent à une action anti-fermentative celle de fluidifier le sang épaissi dans les maladies à ferments ; mais de toutes les combinaisons ammoniacales l'association du gaz ammoniac et de l'acide phénique est le meilleur médicament connu jusqu'à ce jour pour combattre d'une manière efficace le choléra confirmé, surtout si on l'emploie des deux manières que j'ai indiquées : en boissons à $\frac{1}{2}$ pour 100 et en injections sous-cutanées, de 100 gouttes chacune, et à la dose de 2 à 2 $\frac{1}{2}$ pour 100 au plus ou en injection dans les veines ; et, pour ces dernières injections (jusqu'à plus amples expériences), je crois que l'on devra se borner à injecter peu à peu une solution de $\frac{1}{2}$ pour 100 à 1 pour 100, comme je l'avais déjà indiqué dans mes plis cachetés de 1869 et 1870. »

M. le général **Morin**, en présentant à l'Académie la 2e livraison du tome V de la *Revue d'Artillerie*, s'exprime comme il suit :

« Dans le nouveau numéro de cette utile publication, on trouve plusieurs articles qui font suite aux études déjà entreprises sur le matériel des armes étrangères.

» L'artillerie suédoise et norwégienne, les armes portatives adoptées en

Autriche-Hongrie, un Mémoire sur le service de l'artillerie à cheval attachée aux divisions de cavalerie, y sont successivement portés à la connaissance des officiers de l'arme.

» Au point de vue de la science de l'artillerie, M. le capitaine Jouard a donné la première partie de l'analyse d'un travail remarquable de M. le capitaine Ellena, de l'artillerie italienne, relatif à l'étude expérimentale de la balistique intérieure. L'auteur y examine et y compare les diverses méthodes employées pour l'appréciation si importante des pressions exercées dans l'âme des bouches à feu par les gaz de la poudre.

» Le numéro est terminé par une Notice nécrologique sur le général de division de Bressolles, qui a dirigé pendant plusieurs années, avec distinction, le Service de l'artillerie au Ministère de la Guerre. »

M. Resal présente à l'Académie une brochure de M. E. Collignon, intitulée : « Théorie des petites oscillations d'un point pesant sur une surface de révolution à axe vertical ».

M. Chasles fait hommage à l'Académie d'un troisième volume des *Mémoires scientifiques* de M. le comte *Paul de Saint-Robert* (in-8°; Turin, 1874). Le volume précédent, présenté à l'Académie en mai 1873, traitait principalement de la Balistique mathématique et de ses applications à l'Artillerie. Le volume actuel, consacré à la Mécanique et à l'Hypsométrie, renferme quelques questions sur l'air comprimé et les colonnes d'eau, puis sur la mesure des hauteurs par l'observation barométrique.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 mai 1874.

Œuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. Serret, sous les auspices de Son Excellence le Ministre de l'Instruction publique; t. VI. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; t. VI, mars et avril 1874. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 2 liv. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Les aliments d'épargne, etc.; par le Dr A. MARVAUD; 2e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1874; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Étude du cheval de service et de guerre; par M. A. RICHARD (du Cantal); 5e édition. Paris, Hachette et Dumaine, 1874; in-12.

Les origines et la propagation du typhus; par le Dr J.-F. GUILLEMIN. Paris, G. Masson, 1874; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Système silurien du centre de la Bohême; par J. BARRANDE; 1re partie : *Recherches paléontologiques;* 2e partie : *Classe des Mollusques, ordre des Céphalopodes.* Texte. 3e partie : *Description des formes du genre Orthoceras.* Prague et Paris, chez l'auteur, 1874; in-4°, relié.

The Academy of the lymphatic system; by E. KLEIN; I : *The serous membranes.* London, Smith, Elder and C°, 1873; in-8°, relié.

Proceedings of the royal Society; vol. XXI, nos 146, 147; vol. XXII, nos 148, 149, 150. London, 1874; in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London for the year MDCCCLXXIII; vol. 163, part. I, II. London, 1874; 2 vol. in-4°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VI, settembre, ottobre, novembre 1873. Roma, 1873; 3 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 MAI 1874.

Observations relatives à la physique du globe, faites au Brésil et en Éthiopie; par Ant. D'ABBADIE, Membre de l'Institut, rédigées par R. RADAU. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

PAUL DE SAINT-ROBERT. *Mémoires scientifiques réunis et mis en ordre;* t. III : *Mécanique, hypsométrie.* Turin, Vincent Bona, 1874; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner : 1° la proposition de M. Le Royer et plusieurs de ses collègues, relative à la création d'une Faculté de Médecine et d'une École supérieure de Pharmacie à Lyon; 2° la proposition de M. Fourcand et plusieurs de ses collègues, relative à la création

d'une Faculté de Médecine et de Pharmacie à Bordeaux, etc.; par M. P. BERT, Membre de l'Assemblée nationale. Versailles, Cerf et fils, imprimeurs, 1874; in-4°.

Essai d'un Catalogue minéralogique algérien alphabétique et descriptif; par A. PAPIER. Académie d'Hippone, Bulletin nos 11 et 12. Paris, Challamel, 1873; in-4°.

L'Héliogravure, son histoire et ses procédés, ses applications à l'imprimerie et à la librairie. Conférence faite au Cercle de la Librairie par M. G. TISSANDIER. Paris, imp. Pillet. (Extrait de la *Chronique du Journal général de la Librairie.*)

La conquête de l'air; par M. W. DE FONVIELLE. Paris, A. Ghio, 1874; br. in-8°.

Étude sur Pierre Camper et sur l'angle facial dit de Camper; *par* P. TOPINARD. Paris, C. Reinwald, 1874; br. in-8°. (Extrait de la *Revue d'Anthropologie.*)

Synthèse générale des phénomènes biologiques. Aimantation universelle. Vie éthérée et vie planétaire; par A. MONTAGU. Paris, E. Leroux, 1874; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1873, 2e semestre. Nantes, veuve Mellinet, 1874; in-8°.

Société d'Agriculture, Sciences et Arts de Douai. Bulletin agricole de l'arrondissement de Douai, année 1873, n° 1. Douai, L. Crépin, 1873; in-8°.

Société scientifique et littéraire d'Alais; année 1873, 1er Bulletin. Alais, typ. J. Martin, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; t. XXII de la collection, 1873-1874. Le Mans, imp. Monnoyer, 1873; in-8°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 11 mai 1874.)

Page 1358, ligne 16, *au lieu de* l'affinité est brusque, *lisez* l'affinité est basique.
» ligne 27, *au lieu de* distinctement, *lisez* directement.